



cette
brochure
constitue
en
avril 1973,
la 3^e
édition
du catalogue
condensé
des instruments
développés
par



le spécialiste européen
de l'instrumentation numérique
programmable

somr



ADRET ELECTRONIQUE

12, avenue Vladimir Komarov
BP 33 - 78190 TRAPPES

Téléphone : 462.83.50

Télex : ADREL-TRAPS N° 60 821

Société Anonyme au capital de 4.200.000 F
R.C. Versailles 67 B 507
INSEE 285 78 621 0005
Compte-Chèque postal PARIS 21 797 04



Ces caractéristiques sont susceptibles de modifications sans préavis.

maire

ORIGINES

ET OBJECTIFS DE LA SOCIÉTÉ

4

Le générateur-synthétiseur de fréquence, version moderne du générateur - Stratégie, moyens et méthodes

AGENTS EN FRANCE

ET A L'ETRANGER

8

GENERATEURS-SYNTHETISEURS DE FREQUENCE POUR LABORATOIRE.

ETALONNAGE ET CONTROLE :

9

- 303 De 0,001 Hz à 1 kHz 10
- 302 B De 0,01 Hz à 1 kHz 12
- 301 De 0,1 Hz à 100 kHz 13
- 201 De 0,1 Hz à 2 MHz 14
- 201 SB De 0,1 Hz à 2 MHz 17
- 6000 De 10 kHz à 110 MHz 18
- 202 De 300 Hz à 70 MHz 22
- 102 Générateur étalon de tension continue 23

TABEAU GENERAL

DES GENERATEURS-SYNTHETISEURS DE FREQUENCE

24

SYNTHETISEURS

POUR TELECOMMUNICATIONS

26

- 201R-201RA : Pilotage d'émetteurs OM 27
- 6203 : Pilotage d'émetteurs OC 28
- 6204 : Pilotage d'émetteurs OC en mode F1 29

- 502-503 : Pilotage d'émetteurs TV (bandes IV et V) 30

- 6205 : Fréquencemètre hétérodyne (100 kHz à 150 MHz) 32

PERIPHERIQUES ET ACCESSOIRES :

34

Programmateurs et afficheurs standard - Programmeurs spécifiques. Formeurs d'impulsions - Comparateur de phase - Wobulateur marqueur - Atténuateur programmé - Cadenceur automatique.

QU'EST-CE QU'UN GENERATEUR DE FREQUENCE

Et pourquoi un synthétiseur

35

QUELQUES APPLICATIONS TYPIQUES DES GENERATEURS-SYNTHETISEURS DE FREQUENCE :

- Contrôle automatique de filtres 39
- Wobulateur avec marqueurs 40
- Fréquencemètre actif 41
- Résonnance magnétique nucléaire 42

STABILITE DE FREQUENCE

ET PURETE SPECTRALE

43

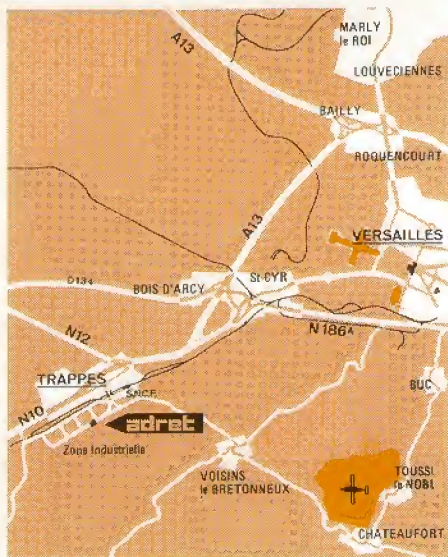
DOCUMENTATION

47

TECHNOLOGIE ET MAINTENANCE

48





adret, SES ORIGINES SES OBJECTIFS

En Janvier 1966, après 20 années d'expérience en instrumentation électronique, Roger CHARBONNIER et Jean ROYER créaient la Société ADRET ELECTRONIQUE.

Objectif fondamental : développer une gamme de générateurs de signaux électriques, numériques et programmables [Générateurs-Synthétiseurs].

Le choix d'un tel objectif découlait des constatations et considérations suivantes :

1 - Les 25 dernières années avaient vu se développer, de façon souvent spectaculaire, la pénétration des procédés «numériques» dans tous les domaines de la «mesure» ; procédés reposant eux-mêmes sur deux grands principes :

le comptage direct (fréquences, temps, vitesses de rotation, vitesses linéaires, débits, particules, ...),

la conversion analogique-numérique (tensions, intensités, impédances, ... et plus généralement, toute grandeur de nature «analogique»).

2 - Cette pénétration, suscitée par l'évolution des besoins, était étroitement liée aux progrès de la technologie.

3 - La complexité relative des procédés «numériques» applicables à la «génération» de signaux électriques, (souvent analogiques), avait entraîné un retard important dans le développement de ces techniques puisque, à l'inverse des appareils de mesure proprement dits, la quasi totalité des générateurs de signaux utilisait, en 1966, des procédés conventionnels.

4 - L'évolution naturelle des procédés de mesure, associée à l'accroissement des besoins de mesure et de contrôle (production industrielle, production et transport d'énergie, télécommunications, ...) aussi bien qu'aux exigences de la recherche et

des travaux de laboratoire*, conduisait nécessairement :

a) au développement de procédés d'automatisme de plus en plus poussés,
b) à l'association de procédés de calcul, et, plus généralement, de traitement de l'information,
c) au développement des systèmes, d'où la nécessité de disposer d'appareils, «mesureurs» ou «générateurs», **programmables.**

5 - La diffusion des moyens d'informatique, tant au plan de la recherche ou de la gestion, qu'à celui des processus industriels, ne pouvait qu'accentuer cette évolution.

6 - L'apparition des circuits intégrés et de la microélectronique (technologie étroitement liée, elle-même, à celle de l'informatique ainsi qu'à tous les secteurs avancés) permettait d'envisager, à court terme, des solutions économiquement abordables pour les générateurs de signaux (voir plus haut § 3).

* voir chapitre «applications» page 39



7 - Les perfectionnements considérables que les techniques numériques apportaient aux générateurs, permettaient de résoudre un certain nombre de difficultés posées par l'accroissement des exigences de la métrologie moderne, principalement au regard de la **stabilité** et de la **précision**.

8 - Enfin, l'importance des besoins potentiels en générateurs de signaux de toute nature, à moyen et long terme, jointe à l'inéluctable développement de la compétition internationale, justifiaient la création d'une entreprise concentrant toutes ses activités sur une telle ligne de productions et dont elle ferait son **unique spécialisation**.

Le générateur-synthétiseur de fréquence, version moderne du générateur.

Un générateur de fréquence est un instrument constitué essentiellement d'un oscillateur, d'un amplificateur de sortie suivi généralement d'un atténuateur de niveau. Pour diverses applications, ils sont souvent équipés de circuits annexes de modulation d'amplitude, de fréquence ou de phase.

Toutes choses étant égales par ailleurs, l'élément le plus important d'un générateur de fréquence est, et restera, le circuit oscillateur. Ce dernier détermine en effet :

- la gamme de fréquence couverte,

- la distorsion harmonique du signal de sortie,
- la stabilité en fréquence,
- et la pureté spectrale du signal de sortie.

De nombreux types d'oscillateurs ont été mis au point. On peut les classer en deux grandes catégories :

- les oscillateurs LC,
- et les oscillateurs RC,

mais, de quelque type qu'ils soient, leur principe de fonctionnement fait appel aux techniques analogiques.

Le principal avantage de ces oscillateurs est leur simplicité, on pourrait presque dire leur rusticité, mais il ne va pas sans inconvénient.

En effet :

- leur stabilité de fréquence est limitée à 10^{-3} ou $10^{-4}/24$ h du fait des variations de valeur de R, L ou C, en fonction de la température et du temps.
- leur précision d'affichage et leur résolution sont également limitées à 1 ou 2 %, l'affichage étant généralement lié à une commande mécanique de la valeur de R, L ou C.
- enfin, ils ne sont généralement pas programmables.

Or, nombreuses sont les applications des générateurs de fréquence qui imposent, depuis déjà longtemps, de connaître la valeur des fréquences de test et de contrôle avec une précision supérieure aux possibilités des

générateurs de conception analogique.

Le générateur-synthétiseur, quant à lui, comporte :

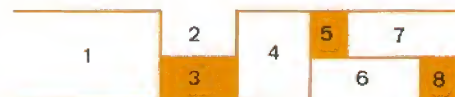
- un maître oscillateur à **quartz** qui détermine la **précision** et la **stabilité** de la fréquence délivrée,
- des oscillateurs asservis en phase sur un maître oscillateur,
- des circuits annexes de modulation et de wobulation qui en font un **véritable générateur à part entière**.

En outre, la structure de ses circuits est telle, qu'ils sont naturellement **programmables***.

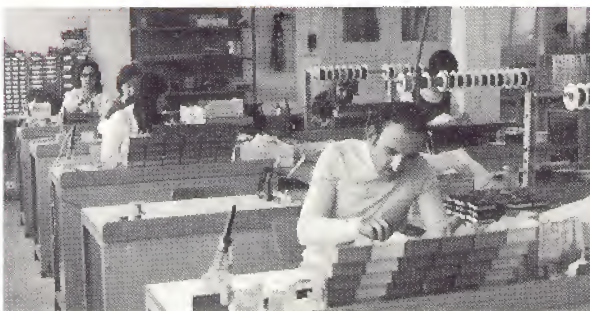
Après une année consacrée essentiellement à la mise au point des circuits originaux, les premiers instruments sont commercialisés dès 1967 et une véritable activité industrielle commence lorsque la Société occupe son usine implantée sur la zone industrielle de Trappes.

La gamme des instruments s'élargit progressivement et, fin 69, la Société

** voir chapitre «fonctionnement» page 35*



1 - Vue de l'usine Adret • 2-3-4 - Laboratoire d'étude • 5 - Industrialisation • 6 - Fabrication des bobinages • 7 - Fabrication des sous-ensembles • 8 - Fabrication des peignes



est en mesure de proposer des générateurs synthétiseurs de fréquence couvrant la gamme 0,001 Hz à 70 MHz ; le succès technique et commercial s'affirme tant en France qu'à l'étranger.

Un bureau est ouvert aux Etats-Unis et de nombreux accords de distribution sont négociés dans la plupart des pays européens.

Divers périphériques et accessoires viennent compléter les fonctions des appareils de base :

- programmeurs et afficheurs de fréquence,
- atténuateurs programmables,
- formeurs de signaux carrés et d'impulsions,
- comparateurs de phase, permettant, grâce à la structure arithmétique des synthétiseurs, des mesures absolues de fréquence avec une grande résolution ainsi que des mesures de dérive.



Contrôle qualité

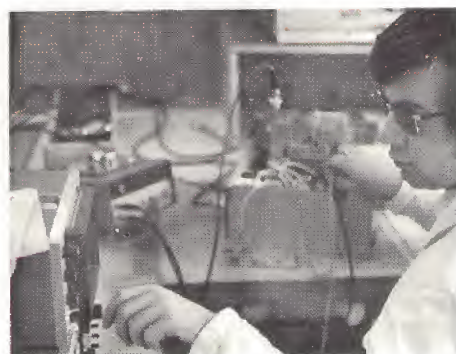
- générateurs de wobulation et de marqueurs, conférant à ces **nouveaux générateurs** des performances encore jamais atteintes, principalement dans le domaine de la wobulation à bande étroite.

La commercialisation, en 1972, d'un premier générateur-synthétiseur de la série 6000, représente une nouvelle étape. La conception modulaire de cette série lui permettra de couvrir, uniquement par changement de tiroirs enfichables, les gammes HF, VHF, UHF et, dans un proche avenir, les bandes les plus importantes de la gamme SHF.

Au début de 1970, l'expérience acquise sur la première gamme d'appareils destinés plus particulièrement aux laboratoires d'études et aux services de contrôles a permis à la Société de répondre à des demandes spécifiques de matériels d'équipement. C'est ainsi que, progressivement, la Société a été amenée à développer une deuxième gamme d'instruments destinés au pilotage des émetteurs de radiotéléphonie, de radiotélégraphie et de radiodiffusion dans les bandes ondes moyennes et ondes courtes. Les dernières réalisations, dans cette gamme d'appareils, sont des pilotes synthétisés destinés au pilotage des émetteurs de télévision de la 3ème chaîne du réseau français. Leur emploi permet de régler la fréquence de chaque émetteur de façon à éviter des interférences ; opération difficile à réaliser avec des pilotes à quartz.

En 1973, les activités d'ADRET se répartissent en 4 lignes de produits faisant appel à une seule technique : **LA SYNTHESE DE FREQUENCE.** Ce sont :

- 1 - Les générateurs-synthétiseurs de laboratoire et de contrôle,



Contrôle des sous-ensembles

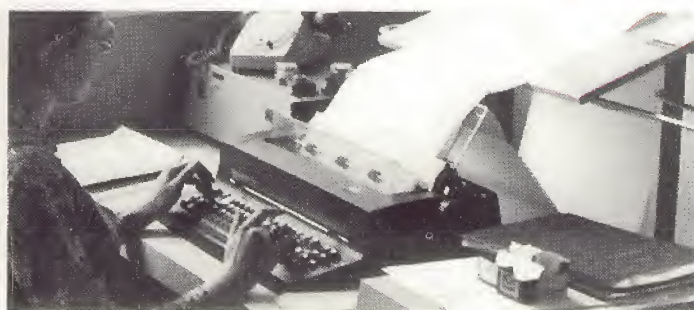
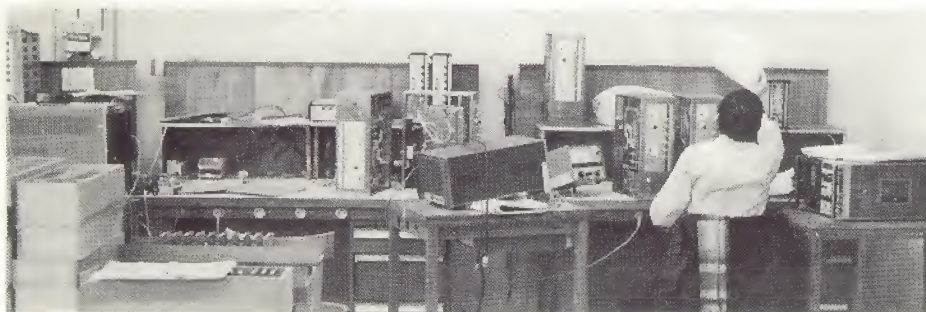
- 2 - Les synthétiseurs d'équipements ou pilotes synthétisés pour radio et TV,
- 3 - Les périphériques et accessoires,
- 4 - Des équipements spécifiques tels que : étalons de fréquence, analyseurs de spectre, ...

De plus, la qualification des paramètres les plus importants des générateurs-synthétiseurs de fréquence a nécessité le développement au sein de la Société d'une instrumentation spécifique dans deux domaines : **l'étalonnage en fréquence et l'analyse de spectres radiofréquences.**

Compte tenu de leur originalité et de leurs performances, ADRET envisage leur commercialisation prochaine pour répondre aux vœux de nombreux utilisateurs.

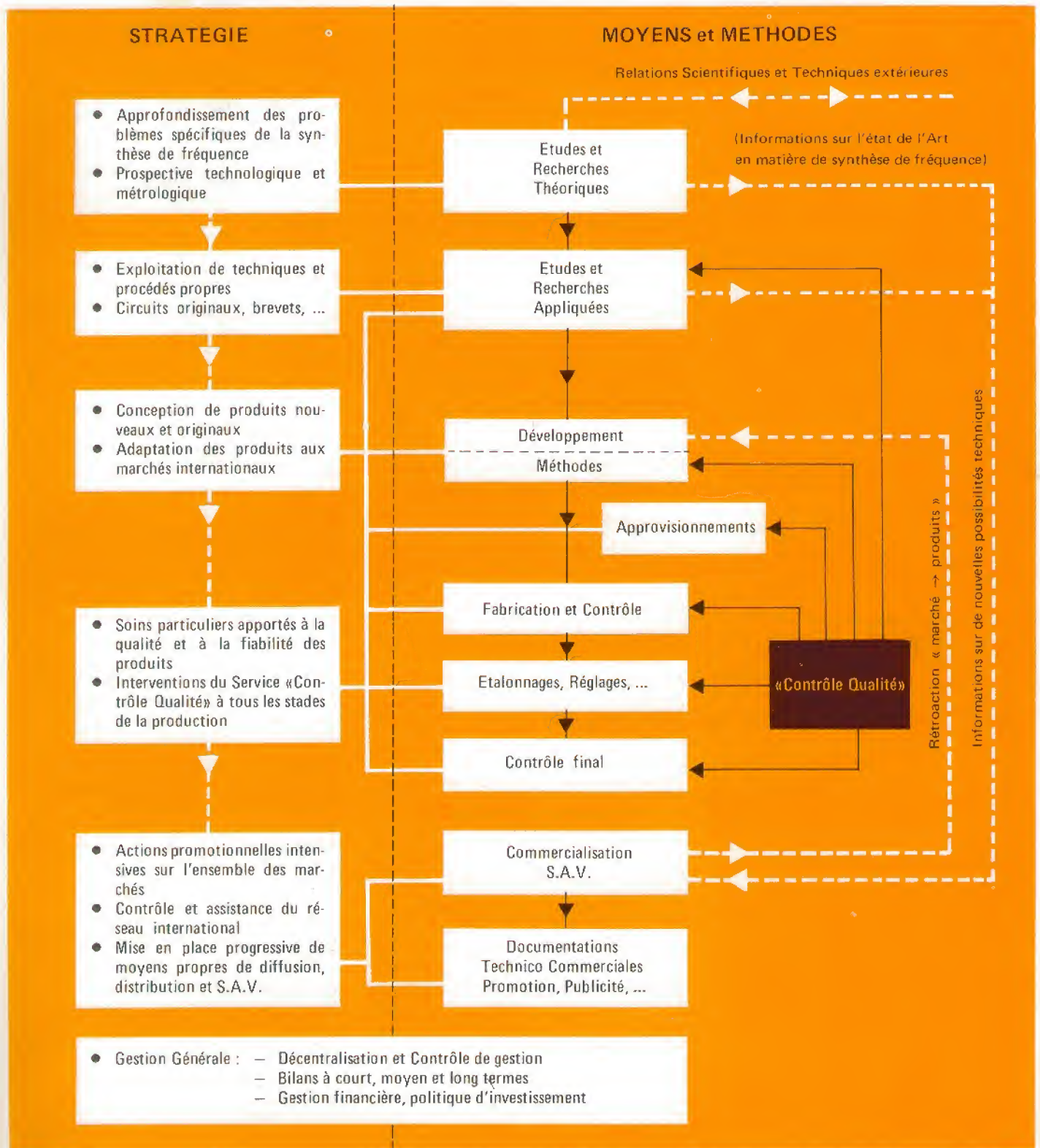
	1	2
3	4	5

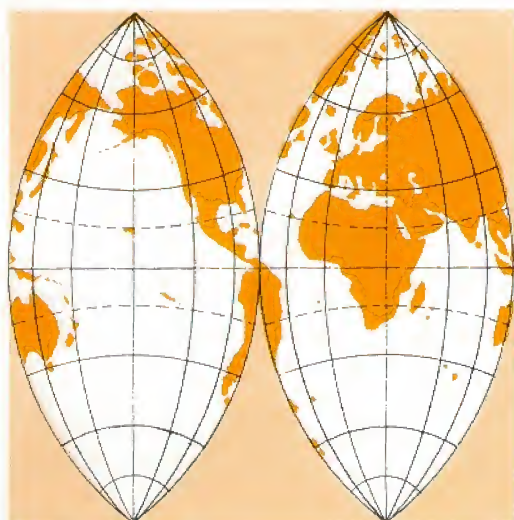
1 - Contrôle final • 2 - Contrôle des sous-ensembles • 3 - Calibration des pilotes • 4 - Terminal d'ordinateur de gestion • 5 - Documentation et publicité



STRATEGIE, MOYENS ET METHODES

Indépendamment des moyens humains et matériels, une telle spécialisation devait nécessairement s'appuyer sur une stratégie et une méthodologie rigoureuses dont les lignes directrices sont représentées par le schéma synoptique ci-dessous.





AGENTS EN FRANCE & A L'ETRANGER



FRANCE

Société BASCOUL-ELECTRONIQUE
31000 TOULOUSE — 35, rue Luchet
Tél : 48.99.29

Société DIMEL Immeuble «LE MARINO»
83100 TOULON — Avenue Claude Farrère
Tél : (94) 41.49.63 Téléc : 43093 F

Société ELIC 38 38700 LA TRONCHE
8-10, avenue du Grand Sablon

Adresse postale :
Cedex 294, Grenoble Centre de tri
38044 GRENOBLE CEDEX
Tél : (76) 87.67.71 Téléc : Barisien 32.739/f

Société ELIC 38 Agence de LYON
69003 LYON — 17, rue de la Ruche
Tél : (78) 60.93.34 Poste 161
Téléc : 34 753 ERLY Poste 161

Ets. Pierre GOUTEYRON
63800 COURNON Zone Industrielle
63002 CLERMONT FERRAND Cedex BP 49

Société HOHL & DANNER
Département Electronique Professionnelle
6, rue Livio
67024 STRASBOURG CEDEX BP 76
Tél : 16.88.39.20.39 Téléc : 87 767

Monsieur PRANGE (Département Marine)
Immeuble «LE MARINO»
83100 TOULON — Avenue Claude Farrère
Tél : (94) 41.49.63

Société SOREDIA CHATILLON SUR SEICHE
35230 SAINT-ERBLON
Tél : (99) 50.50.29 Téléc : 74728 F/Ring 292

EUROPE C.E.E.

Allemagne

ADITRON 43 ESSEN 1 Pilotstrasse 29
Tél : (02141) 70.49.89 Téléc : 0857-9682 kiki d

ADITRON 8 MUNCHEN 60 Bergsonstrasse 65
Tél : (0811) 811.18.33

Belgique et Luxembourg

SAIT ELECTRONICS 1190 BRUXELLES
66, Chaussée de Ruisbroek Tél : 02/76.20.30
Téléc : 21601 WIRELESS Bruxelles

Danemark

TECHNITRON DK-3660 STENLØSE 6 Damvej
Tél : (03) 17.14.00
Téléc : 608 06 Technitron Copenhagen

Grande-Bretagne

RACAL INSTRUMENTS Ltd.
WINDSOR (Berkshire) Duke Street
Tél : 75.35.69811 Téléc : 847013 Racal Windsor

Hollande

SAIT ELECTRONICS NEDERLAND
ROTTERDAM Strevelsweg 700/507
Tél : 010.81.4644 010.81.4841 Téléc : 24315

Italie

TECHNITRON S.R.L.
• 00196 ROMA Via Flaminia 443/A
Tél : 30.58.38 Ad. Télég. : TECHNITRON
• 20144 MILANO Via California, 12
Tél : 469.03.12 Ad. Télég. : TECHNITRON

EUROPE

Espagne

HISPANO ELECTRONICA S.A.
MADRID 20 Commandante Zorita, 8
Tél : 2331601 2333100 Téléc : 22404 elec-e
Ad. Télég. : HISPATRONICA

Norvège

HENACO A/S OSLO 5 Okern Torgvei 13
P.O. Box Okern — OSLO 5
Tél : (02) 22.41.50 - 47.2.22.41.50
Téléc : 16716 HENAC N

Suède

NOVOTRONIC AB 16304 SPANGA 4
Box 4094 Tél : 08/760 27 75 Téléc : 11 302

Suisse

INTERTEST 3011 BERNE, Spital Gasse, 40
Tél : 031/22.44.81 Téléc : 33 172

EUROPE CENTRALE

SEMIRA 75008 PARIS — 10, rue Lord Byron
Tél : 359.98.15 Téléc : 20.748/RINGOP 124

MOYEN - ORIENT

Israël

R.D.T. ELECTRONICS ENGINEERING
TEL AVIV P.O.B. 21082 19, Prof. Shor Street
Tél : 266181 266182 Télég. radatco tel-aviv
Téléc : 033-143 (radat il)

EXTREME - ORIENT

Japon

MATSUSHITA ELECTRIC TRADING
• TOKYO World Trade Center Bldg.
No. 4-1 Hamamatsu-Cho, 2-Chome Minato-Ku
P.O. Box 18, Trade Center Tél : (03) 435.4558
Téléc : J2 4647 MATSUELE
• OSAKA Kawaramachi Bldg.
71-5 Chome, Kawaramachi, Higashi-Ku
Tél : (06) 202 1221
Téléc : J 63 380 MATSUELE

AMERIQUE DU NORD

U.S.A.

INCAL Service Corp. 73 Southfield Avenue
STAMFORD, Conn. 06902

AMERIQUE LATINE

Argentine

RAYO ELECTRONICA Belgrano 990 - 6° P
BUENOS AIRES Ad. Télég. : Rayotronica
Tél : 381779 Téléc : 122153 AR RAYOX

Brésil

SPELEX
Av. Adolfo Pinheiro 1247 (Santo Amaro)
SAO PAULO 18 Cx. Postal 8276
Tél : 269.0898 Téléc : 21.354 Télég. : SPELEX

OCEANIE

Australie

AMALGAMATED WIRELESS (AUSTRALASIA)
Engineering Products Division
422 Lane Cove Road, NORTH RYDE
NSW AUSTRALIA
PO Box 96, NORTH RYDE - NSW 2113
Tél : 888 8111 Télég. «Wireless» SYDNEY
Téléc : AA 20623

Nouvelle Zelande

A.W.A. Commerce House 126 Wakefield Street
WELLINGTON PO Box 830 Tél : 58 979



GENERATEURS SYNTHETISEURS DE FREQUENCE

pour laboratoires, services d'étalonnage
et de contrôle

Cette gamme de générateurs synthétiseurs de fréquence, a été spécialement conçue dans le but de **remplacer**, dans de nombreuses applications, les **générateurs analogiques** classiques, traditionnellement utilisés pour le laboratoire et le contrôle. En effet, dès que les mesures à effectuer nécessitent précision et stabilité de fréquence, ainsi que le passage rapide d'une fréquence à l'autre, les **générateurs analogiques** **manquent** évidemment de souplesse, même s'ils sont associés à un fréquencesmètre.

Il serait illusoire de ne voir dans l'utilisation des **générateurs synthétiseurs de fréquence**, version moderne des générateurs, qu'une simple manifestation de «goût du confort» là où le souci d'efficacité se traduit sous deux aspects différents et complémentaires : le **gain de temps** et l'**élimination du risque d'erreur**.

Ces appareils possèdent trois caractéristiques fondamentales :

a) La fréquence du signal délivré (sinusoïdal ou de forme complexe) est **à tout moment, quelle que soit la valeur désirée**, liée à celle d'un étalon de fréquence (quartz incorporé ou pilote extérieur) dont elle conserve les qualités de **précision** et de **stabilité**.

b) La fréquence du signal délivré est présentée directement sous forme **numérique**.

c) La fréquence du signal délivré est **programmable** ce qui signifie que sa valeur peut être déterminée, soit par des organes de commande manuelle (commutateurs d'affichage numérique), soit par des signaux électriques extérieurs, codés numériquement, issus d'un générateur de programme pouvant lui-même être commandé manuellement ou respecter un certain automatisme (mémoire + cadenceur, calculateur, ...) le temps de réponse, en commutation automatique, est de l'ordre d'une fraction de milliseconde à quelques millisecondes.

Ces générateurs peuvent, par ailleurs - selon les modèles et selon les performances désirées - comporter toutes les fonctions usuelles des générateurs classiques (modulation AM-FM, atténuation, ...) auxquelles ils associent leurs qualités propres de précision et d'automatisme.

De plus, les techniques employées permettent d'étendre la prédétermination, le réglage ou la programmation à d'autres grandeurs électriques ou paramètres, tels que la «phase».

C'est, en particulier, le cas de l'appareil 303 (voir p. 10) Générateur BF/TBF numérique de **fréquence** et de **phase**.

Tant pour permettre l'exploitation optimale des facultés de ces instruments que pour répondre à l'évolu-

tion des besoins des utilisateurs, la Société a été conduite à développer de nombreux accessoires standards (programmeurs, afficheurs, cadenceur, atténuateur programmé, ...) ou spécifiques (programmeurs pour ensembles de télémesures au standard IRIG) (voir p. 33).

On trouvera, page 24 le tableau synoptique de l'ensemble des générateurs de la gamme actuelle précisant les bandes de fréquence, les domaines de précision des différents modèles et leurs principales fonctions.

Spécifications communes à tous les instruments.

• Circuits de programmation :

Entrées codées : DCB 1-2-4-8

Niveau logique «0» : $-1 \text{ V} \text{ à } +0,5 \text{ V}^*$

Niveau logique «1» : $+6 \text{ V} \pm 1,5 \text{ V}$

Impédance d'entrée : $4700 \Omega \pm 20 \%$

• Gammes de température :

Utilisation 0 à 50°C

Stockage $-20 + 70^\circ \text{C}$

• Alimentation universelle :

115 - 127 - 220 V / 50 à 400 Hz

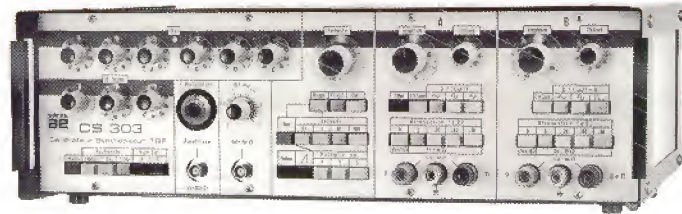
• Structures mécaniques normalisées — Adaptation au montage en rack (Standard 19")

• Utilisation de circuits logiques intégrés — MSI - Silicium

* La série 6000 est compatible niveau TTL

303

0,001 Hz / 1 kHz



Le 303 est un générateur synthétiseur de fréquence BF/TBF dont les deux paramètres fondamentaux, FREQUENCE et PHASE, sont PROGRAMMABLES. Il délivre des signaux de formes complexes : Δ \square ∇ \wedge , sur deux voies de sortie, A (référence) et B (déphasage). Il est également wobulable en mode manuel ou automatique et permet la modulation d'une porteuse extérieure.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gammes de fréquence

Sorties TBF voies A et B : 0,001 Hz à 999,999 Hz
résolution 0,001 Hz (formes d'onde Δ \square ∇ \wedge)

Sortie BF (10 F) : 0,01 Hz à 9.999,99 Hz
résolution 0,01 Hz (forme d'onde Δ)

Stabilité en fréquence : $3 \cdot 10^{-5}$ de 0 à 50° C.

Déphasage

0 à 359° - résolution 1°

Précision entre sorties A (référence) et B (signaux déphasés) : sinusoides : $\pm 0,1^\circ$, carrés : $\pm 1^\circ$, triangles : $\pm 2^\circ$

Sortie voies A et B

symétriques avec point milieu à la masse.

Niveaux de sortie

15 V crête entre chaque phase et masse ; 30 V crête entre phases.

Débit maximum : 150 mA.

Impédance interne

< 1 ohm, sans atténuation - 10 ohms ($\pm 2\%$) avec atténuation.

Atténuateur sur les voies A et B

0 - 20 - 40 - 60 dB, plus potentiomètre 23 dB.

Composante continue

réglable de 0 à $\pm 20\%$ de la valeur crête du signal de sortie.

Sortie auxiliaire 10 F : 0 à 2,5 Volts eff.

sur 50 ohms adaptés (5 V eff. à vide).

Qualification des signaux de sortie

Signaux sinusoidaux

Composantes non harmoniques sans wobulation :

— 80 dB, avec wobulation : — 70 dB

Composantes harmoniques : — 46 dB

Signaux carrés

Temps de montée et de descente < 2 μ s,

inclinaison 1 %, rapport cyclique : 50 % $\pm 2\%$

Impulsions

Temps de montée et de descente : 2 μ s, rapport cyclique constant : 4 % environ.

Signaux triangulaires

Erreur de linéarité < 1 % jusqu'à 100 Hz, arrondi au sommet < 1 % + 100 μ s, pentes rigoureusement opposées.

Réponse «tension/fréquence»

Voie TBF

Sinusoides : 1 % de 0 à 1000 Hz,

Carrés et impulsions : 1 % de 0 à 1000 Hz,

Triangles : 1 % de 0 à 100 Hz

Voie BF

Sinusoides 2 % de 0 à 10 kHz.

Modulation de porteuse

Niveau d'entrée : 3 Volts eff. à 100 V eff., réglage par potentiomètre 10 tours.

Circuit d'entrée : asymétrique

Impédance d'entrée : 10 k Ω

Bande passante : 0 - 100 kHz

Retard entrée/sortie de la porteuse : < 1 μ s

Recherche

Variation continue et manuelle de la fréquence autour d'une valeur affichée :

Voies TBF : ± 1 Hz, ± 10 Hz, ± 100 Hz

Voie BF : ± 10 Hz, ± 100 Hz, ± 1 kHz.

Wobulation automatique

Variation continue et automatique de la fréquence autour de la valeur affichée RECHERCHE :

Signal intérieur : triangulaire ou en dent de scie, relaxé ou déclenché par commande manuelle ou extérieure (disponible pour commande d'enregistreur) : Récurrence réglable de 0,1 s à 500 s.

Signal extérieur : niveau - 5 V à +5 V sur 10 k Ω

Précision de la fréquence centrale

$\pm 1\%$ de l'excursion max.

Précision de l'excursion : $\pm 5\%$

Précision de la linéarité de l'excursion : 0,5 %

Programmation numérique de la fréquence

6 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8

Temps d'acquisition : 50 ms pour les 3 chiffres de droite, 5 ms pour tous les autres.

Programmation numérique de la phase

3 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8

Temps d'acquisition : 1 ms

DESCRIPTION FONCTIONNELLE

WOBULATION

L'une des trois touches RECHERCHE étant enfoncée, (± 1 Hz, ± 10 Hz, ou ± 100 Hz). La wobulation s'effectue de trois façons :

RAMPE

Par l'intermédiaire d'une rampe interne de durée variable (0,1 s à 500 s) ; déclenchée, relaxée ou par un signal extérieur entrant sur une prise arrière. Ces rampes internes peuvent être, soit à retour rapide, soit symétrique. Chaque rampe est disponible à l'arrière de l'appareil et permet, par exemple, le balayage d'un oscilloscope.

MANUEL

Par l'intermédiaire du bouton RECHERCHE gradué de -10 à $+10$ ($\pm 100\%$ de la valeur indiquée par la touche enfoncée). En mesurant la fréquence de l'oscillateur de Recherche disponible à l'arrière du 303, il est possible d'obtenir une résolution de fréquence égale à 10^{-5} Hz.

EXTERIEUR

Par l'intermédiaire d'un signal extérieur d'amplitude ± 5 V crête sous 10 k Ω .

SIGNAUX DE SORTIE

Le choix des signaux s'effectue séparément pour chacune des voies A et B.

VOIE A : touches   

VOIE B : touches   

COMPOSANTE CONTINUE

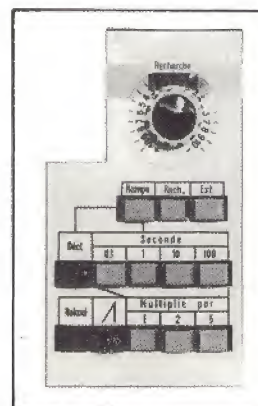
Les touches Cte CONT. de chacune des deux voies A et B autorisent la superposition d'une composante continue sur la voie correspondante. Cette composante est dosée séparément sur les deux voies par l'intermédiaire de boutons gradués de 0 à 20 (0 à $\pm 20\%$ de l'amplitude du signal).

NIVEAU DE SORTIE

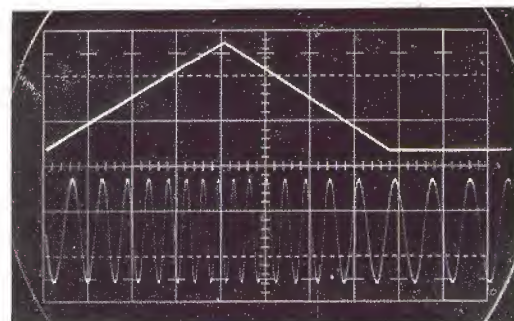
Le réglage du niveau de sortie s'effectue séparément sur les deux voies, mais d'une façon identique, par atténuateur (0, -20, -40 et -60 dB) ainsi que par potentiomètre. Par contre, en l'absence d'atténuation, une touche permet d'obtenir la sortie des signaux avec une impédance interne inférieure à 1 Ω .

DEPHASAGE

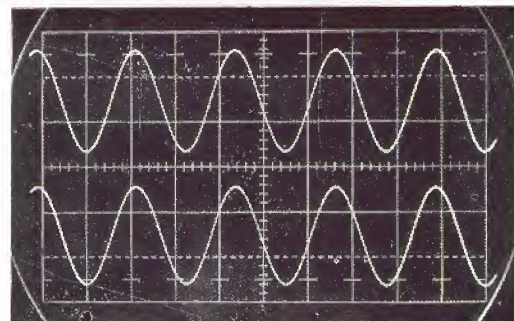
Les signaux délivrés par la voie B peuvent être déphasés par rapport à ceux de la voie A de 0 à 359° par pas de 1° . Ce déphasage est



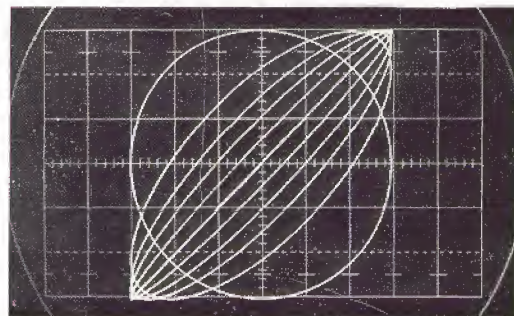
Commandes
de la fonction
« Wobulation »



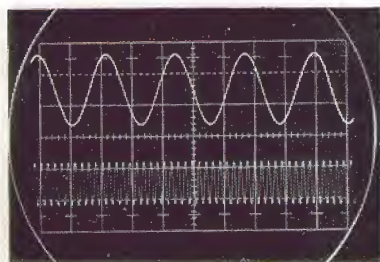
Wobulation par rampe symétrique



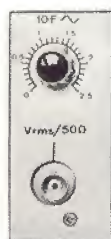
Sinusoïdes sur les voies A et B



Déphasage « voie A - voie B » de 10 - 20 - 30 - 45 - 90° 11



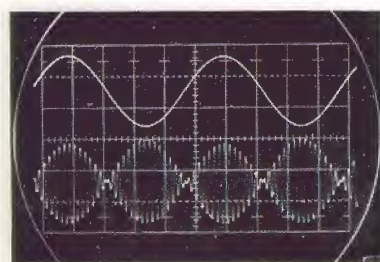
Sinusoïdes sur voies BF et TBF



commandé numériquement par l'intermédiaire de 3 commutateurs (avec affichage direct) ou par l'intermédiaire d'un programme extérieur.

VOIE 10 F (BF)

La voie 10 F délivre un signal sinusoïdal dont la fréquence est dix fois celle affichée sur la voie A. Le niveau s'ajuste de 0 à 2,5 V eff. sur 50 Ω . Dans ce cas, la résolution est de 0,01 Hz et les trois touches RECHERCHE permettent de choisir une excursion de fréquence de ± 10 Hz, ± 100 Hz et ± 1 kHz.



Modulation de porteuse par sinusoïde



MODULATION DE PORTEUSE

Une porteuse extérieure peut être modulée par l'un des signaux délivrés par la voie A. Le niveau d'entrée s'ajuste par potentiomètre : fréquence maximum 100 kHz, niveau 3 V eff. à 100 V eff. impédance d'entrée 10 k Ω , retard entrée/sortie < 1 μ s.

DIMENSIONS

Hauteur : 132 mm (3u)
Largeur : 440 mm (adaptateur rack standard : 19")
Profondeur hors-tout : 340 mm
Masse : 10 kg

ENVIRONNEMENT

Fonctionnement : 0 - 50° C
Stockage : - 20° + 70° C

302B

0,01 Hz / 100 Hz
0,1 Hz / 1 kHz



Cet appareil, beaucoup plus simple que le modèle 303 décrit précédemment, délivre deux signaux en quadrature. Il comprend essentiellement un oscillateur piloté par quartz, une base de temps et un oscillateur à commande numérique asservi en phase sur le pilote à quartz.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gammes de fréquence :

0,01 Hz à 99,99 Hz, résolution de 0,01 Hz
0,1 Hz à 999,9 Hz, résolution de 0,1 Hz

Stabilité de fréquence : $3 \cdot 10^{-5}$ de 0 à 50° C

Déphasage entre les deux sorties : 90° \pm 0,2°

Niveaux de sortie : 0 à 5 Volts eff. f.e.m.

Impédance interne : 50 Ω

Signaux harmoniques : < - 40 dB

Programmation numérique de la fréquence :

4 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8.
Temps d'acquisition 50 ms.

DIMENSIONS :

Hauteur : 88 mm, Largeur : 220 mm,
Adaptateur rack standard 19" (demi rack),
Profondeur hors tout : 340 mm.

MASSE : 3 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 - 50° C, stockage : - 20° + 70° C.



301

0,1 Hz / 100 kHz

Caractérisé par un encombrement réduit le 301 est l'instrument idéal pour l'étude et le contrôle de filtres BF, en effet, associé au programmeur 311, il permet de constituer un programme de huit fréquences à sélection manuelle ou automatique (avec cadenceur 402 voir chapitre périphériques et accessoires).

Un afficheur modèle 321 peut être ajouté à l'ensemble 301 + 311, de façon à connaître à chaque instant la fréquence programmée.*

En outre la fonction «PROGRESSIF INTERIEUR» (bouton FREQUENCE) permet de réaliser une variation de fréquence continue à l'intérieur de chacune des 3 gammes (0 à 1,1 kHz — 0 à 11 kHz et 0 à 110 kHz). Un indicateur d'écart permet de rechercher et d'afficher la valeur numérique de la fréquence, commandée en mode PROGRESSIF.

DESCRIPTION

WOBLATION - Chacune des 3 gammes peut être couverte grâce à un signal extérieur d'amplitude 0 à + 6 V et de fréquence comprise entre 0 et 1 kHz.

Sortie des signaux - La fréquence synthétisée est disponible sur deux sorties d'impédance caractéristique de 50 Ω et 600 Ω , dont l'amplitude est ajustable d'une façon continue de 0 à 2,5 V. eff.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

3 gammes de fréquence :

- 1 kHz : de 0,1 Hz à 999,9 Hz — résolution 0,1 Hz
- 10 kHz : de 1 Hz à 9,999 Hz — résolution 1 Hz
- 100 kHz : de 10 Hz à 99,99 kHz — résolution 10 Hz.

Stabilité de fréquence :

- $\pm 3.10^{-5}$ ou celle d'un étalon extérieur 1 MHz

Tension de sortie :

- 0 à 2,5 Volts ; eff. sur deux sorties d'impédance interne 50 Ω et 600 Ω

Stabilité de l'amplitude :

- en fonction de la fréquence : < 0,3 dB
- pour une variation de ± 10 % secteur : < 0,1 dB.

Programmation numérique :

- 4 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8 plus de code de gamme

Fonction «PROGRESSIF»

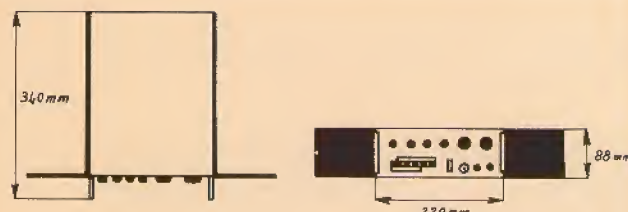
Progressif intérieur : commande par potentiomètre

Gamme 1 k Ω : 0 à 1 080 Hz

Gamme 10 k Ω : 0 à 10 800 Hz

Gamme 100 k Ω : 0 à 108 000 Hz

Progressif extérieur : wobulation de chaque gamme par un signal (0 à 1000 Hz) d'amplitude 0 à + 6 V. par rapport à la masse.



DIMENSIONS ET MASSE :

- Hauteur : 88 mm, Largeur : 220 mm,
- Profondeur hors tout : 340 mm,
- Adaptateur rack : 19",
- Masse : 3 kg environ.

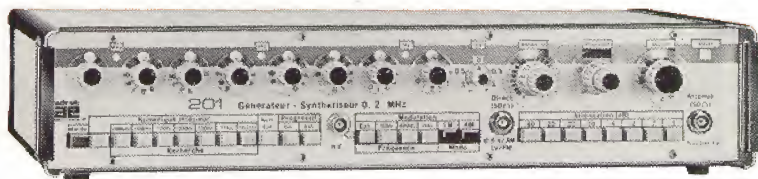
ENVIRONNEMENT :

- Fonctionnement : 0 à 55°C, Stockage : - 20 à + 70°C.

*Cette application est décrite plus en détail au chapitre APPLICATION

201

0,1 Hz / 2 MHz



Cet appareil possède toutes les fonctions d'un générateur de laboratoire, mais du fait des qualités intrinsèques des synthétiseurs, il offre de nouvelles possibilités de mesure, tant en précision qu'en souplesse d'utilisation.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence

0,1 Hz à 1 999 999,9 Hz

Affichage numérique par pas de 0,1 Hz.

Stabilité en fréquence

$2 \cdot 10^{-8}$ par jour ou $2 \cdot 10^{-9}$ par jour (sur option).

Pilotage par un étalon extérieur : 100 kHz ou 1 MHz.

Niveau de sortie en f.e.m.

2 V eff. en CW et FM

0,1 V eff. en AM.

Impédance interne : 50 Ω .

Atténuateur

0 à 99 dB par pas de 1 dB, vernier ± 1 dB.

Sortie auxiliaire : 100 mV eff. sur 50 Ω .

Réponse amplitude/fréquence : $\leq 0,3$ dB.

Variation du niveau en fonction du secteur

$\leq 0,1$ dB pour ± 10 %.

Pureté spectrale

Bruit de phase

dans une bande de 1 Hz :

95 dB à 100 Hz de la porteuse

95 dB à 300 Hz de la porteuse

100 dB à 1 kHz de la porteuse

Composantes non harmoniques : -70 dB.

Composantes harmoniques

-40 dB (typique -50 dB).

Fonction «recherche»

variation continue de la fréquence de $\pm 0,1$ Hz à ± 100 kHz autour d'une fréquence affichée numériquement.

Stabilité : $5 \cdot 10^{-3}$ à moyen terme (1 h).

Précision : > 10 % de la valeur affichée.

Fonction «progressif»

variation continue de la fréquence de 0 à 2,1 MHz en commande manuelle ou extérieure (signaux de 0 à + 6 V).

Modulation de fréquence/wobulation

Excursion de $\pm 0,1$ Hz à ± 100 kHz ou 0 à 2 MHz.

par signaux internes : 50 - 400 ou 1000 Hz

par signaux externes : 0 à 10 kHz

Niveau : ± 5 Volts crête sur 1000 Ω .

avec marqueurs : espacés de 0,02 Hz à 100 kHz : grâce à l'accessoire type 297.

Modulation d'amplitude

par signaux internes : fréquences : 50 - 400 - 100 Hz
Profondeur de modulation : réglable de 0 à 95 %.

par signaux externes

dosés par le bouton «TX MODULATION» 0 à 95 %
Fréquence : 0 à 100 kHz. Niveau : 5 Volts crête.
Impédance d'entrée : 1000 Ω .

Programmation numérique de la fréquence

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8

Temps d'acquisition :

- < 5 ms en commande asynchrone

- < 300 μ s en commande synchrone.

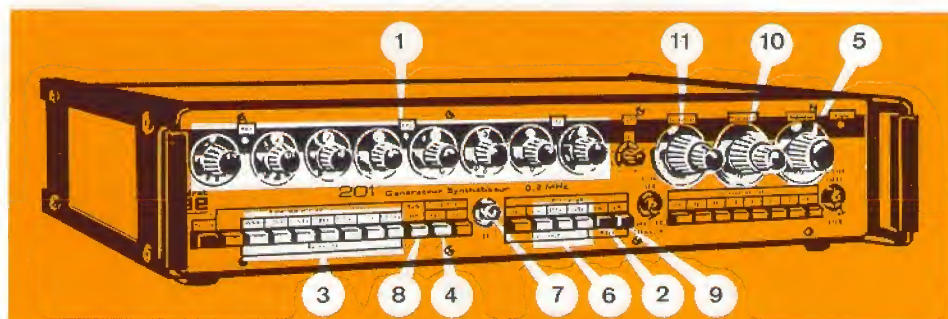
MODULATION DE FREQUENCE ET WOBULATION

Ces deux fonctions, qui sont étroitement liées, sont particulièrement faciles à mettre en oeuvre avec le 201 ADRET.

En effet, après avoir affiché directement sous forme numérique la fréquence centrale, il suffit d'enfoncer la touche FM, puis de choisir la déviation avec l'une des touches RECHERCHE ($\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz, ± 1 Hz ... ± 100 kHz), ou avec la touche PROGRESSIF INT (± 1 MHz). Le réglage fin de la déviation s'effectue alors par l'intermédiaire du bouton TX MODULATION.

Repérage du panneau avant

1 - Affichage numérique ● 2 - Modulation FM ● 3 - Déviation de fréquence $\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz... ± 100 kHz ● 4 - Progressif intérieur par 10 ● 5 - Taux de modulation AM et FM ● 6 - Fréquence BF de modulation AM et FM ● 7 - Signaux de modulation AM ou FM extérieur ● 8 - Programmation extérieure ● 9 - Modulation AM ● 10 - Variation de fréquence de 0 à 2 MHz ● 11 - Variation de fréquence de $\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz... ± 100 kHz ●



Trois touches permettent ensuite de choisir l'une des fréquences de modulation ou de wobulation internes de 50 Hz, 400 Hz, 1000 Hz qui sont également disponibles sur la prise BF.

La touche EXT permet d'effectuer une modulation par une tension extérieure de ± 5 Volts crête entrant sur la prise BF, et de fréquence comprise entre 0 et 10 kHz.

A titre d'exemple, l'oscillogramme de la fig. 1 a été obtenu de la façon suivante :

fréquence centrale affichée 100 kHz
touche RECHERCHE enfoncée ± 10 kHz
taux de modulation 50 %
touche 400 Hz enfoncée

Wobulateur marqueur type 297*

La wobulation peut être facilitée grâce à l'accessoire type 297 qui génère des marqueurs dont les emplacements correspondent à 20 % ou 100 % de la demi déviation de fréquence choisie, soit des marqueurs espacés de 0,02 Hz à 100 kHz. Dans ce cas, la wobulation s'effectue par l'intermédiaire d'une rampe linéaire (dent de scie) de période variable de 20 ms à 20 s.

Le circuit de modulation passant la composante continue, permet d'effectuer une modulation par signaux rectangulaires (modulation télégraphique mode F1, fig. 2). De même une tension variable de -5 V à $+5$ V appliquée à la prise BF, permet de faire varier la fréquence d'une façon continue et éventuellement de l'asservir sur une fréquence extérieure par utilisation du comparateur de phase type 295, ce qui conduit à des applications fort intéressantes qui sont décrites au chap. APPLICATIONS. « Mesure de fréquence avec une grande résolution, expanseur de dérive... ».

MODULATION D'AMPLITUDE

Elle est mise en service par la touche AM et son taux de modulation est réglable de 0 à 95 % par le bouton TX MODULATION. Comme pour la modulation de fréquence, les signaux de modulation peuvent être soit internes (50 Hz, 400 Hz ou 1000 Hz) soit externes (5 V crête de 0 à 10 kHz).

Fig. 1 Modulation FM

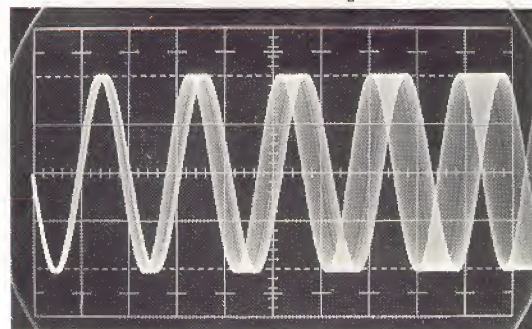
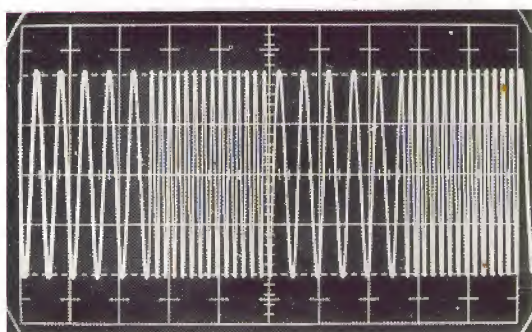


Fig. 2 Modulation F1



* Voir pages 34 et 40

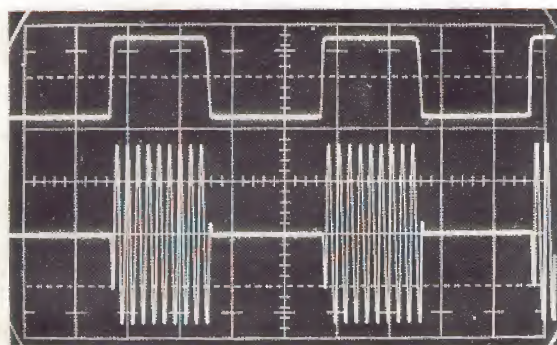
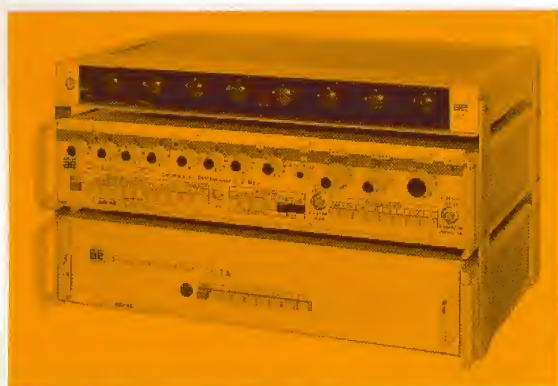
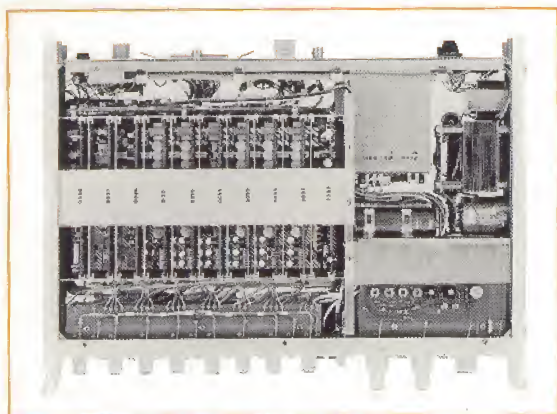


Figure 3
Porteuse 100 kHz
Modulation AM extérieure par
signaux carrés 5 kHz
Tension de modulation
(50 μ s/cm)



Montage compact du 201
et de ses périphériques
- programmeur 211
- afficheur 221
(voir page 35 et 36)



Vue interne du 201

Ce circuit de modulation passant également la composante continue permet d'effectuer une modulation par signaux rectangulaires ou «tone burst», comme le montre l'oscillogramme de la fig. 3.

PROGRESSIF

Dans certains cas d'utilisation il peut être utile d'effectuer une variation de fréquence importante (détermination d'une fréquence d'accord par exemple). Avec le 201, cette variation est possible de 0 à 2,1 MHz à l'aide du bouton progressif ou par l'intermédiaire d'une tension extérieure variant de 0 à + 6 V.

RECHERCHE

Ce mode de fonctionnement permet d'effectuer une variation de fréquence à l'intérieur d'une bande de fréquence préaffichée ($\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz ... ± 100 kHz) par le bouton «Recherche», ce qui permet d'affiner la recherche effectuée en mode progressif.

ASSERVISSEMENT DU PILOTE

Un comparateur de phase incorporé permet d'asservir la fréquence du pilote interne sur une fréquence extérieure de 100 kHz ou 1 MHz.

APPLICATIONS

Le générateur synthétiseur type 201 est un instrument particulièrement bien adapté à tous les problèmes de mesure qui requièrent non seulement une fréquence stable et précise, mais également une bonne répétabilité des mesures, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas du contrôle de bande passante de filtre ou d'amplificateur. Son domaine d'utilisation est également élargi grâce aux accessoires décrits au chapitre PERIPHERIQUE ET ACCESSOIRES

- formeur d'impulsions type 293
- comparateur de phase type 295
- wobulateur/marqueur type 297

DESCRIPTION TECHNIQUE

Par ailleurs, son principe de fonctionnement a été exposé au chap. FONCTIONNEMENT. L'appareil comprend essentiellement un pilote à quartz de classe 10^{-8} ou 10^{-9} compris dans une enceinte thermostatée, une base de temps et sept oscillateurs asservis en phase, chaque oscillateur étant commandé directement par le code DCB correspondant au chiffre à synthétiser.

DIMENSION :

Hauteur : 88 mm (2 U standard 19"),
Largeur : 440 mm - Adaptateur Rack standard 19",
Profondeur hors tout : 340 mm,
Masse : 8,5 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à + 50° C, Stockage : - 20° C à + 70° C.



201 SB

0,1 Hz à 2 MHz

Le 201 SB est une version simplifiée du modèle 201 dont il diffère essentiellement par la suppression des fonctions «RECHERCHE» et «MODULATION» et la simplification de la fonction «ATTENUATION».

Le 201 SB se caractérise, par ailleurs, par une excellente stabilité de la tension de sortie en fonction de la fréquence et est tout particulièrement adapté à la fonction de génération dans des systèmes automatiques de contrôle. De plus, ce modèle est prévu pour recevoir, sur option, un circuit supplémentaire permettant de délivrer une fréquence d'hétérodynage de valeur $f_0 + 2 \text{ MHz}$, f_0 étant la fréquence affichée (pour mesures avec voltmètre sélectif).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence :

0,1 Hz à 1 999 999,9 Hz

Résolution : 0,1 Hz

Stabilité en fréquence :

2.10^{-8} / 24 H, sur option pilote 3.10^{-5} / 24 Heures
Pilotage extérieur : substitution d'un étalon extérieur 5 MHz au pilote interne

Sortie principale :

Niveau : 1 mV à 3 V eff. f.e.m.

Impédance interne :

50 Ω , 75 Ω ou 600 Ω (sélection par clavier)

Atténuateur :

3 touches «- 10, - 20, - 20 dB.»
Verniers «GROS» et «FIN»

Précision de l'atténuateur : $\pm 0,5 \text{ dB}$.

Sortie auxiliaire :

0,4 V à 3 V eff. f.e.m. (courant maximum 30 mA)

Réglage : par verniers «GROS» et «FIN»

Impédance interne $< 1 \Omega$:

(pour les deux sorties, le niveau est visualisé sur un galvanomètre gradué en f.e.m. et en dB).

Réponse Amplitude/Fréquence :

- Avec régulation, de 100 Hz à 2 MHz : $\pm 0,02 \text{ dB}$ (2 pour mille environ)

- Sans régulation, de 0,1 Hz à 2 MHz : $\pm 0,5 \text{ dB}$.
- Variation du niveau en fonction du temps : $< 5.10^{-4}$ par heure, après 3 heures de fonctionnement.

Option, «fréquence hétérodyne» :

Fréquence de décalage : 2 MHz
Niveau de sortie : 1 V eff. sur 60 Ω adaptés
Fréquence de sortie maximum : 3,3 MHz.

Pureté spectrale

Bruit de Phase :

Niveau de bruit rapporté à la porteuse, mesuré dans une bande de 1 Hz à :

100 Hz de la porteuse $< - 90 \text{ dB}$
300 Hz de la porteuse $< - 95 \text{ dB}$
1000 Hz de la porteuse $< - 100 \text{ dB}$.

Composantes non harmoniques : $< - 70 \text{ dB}$.

Composantes harmoniques :

de 0 à 1 MHz $< - 50 \text{ dB}$; de 1 à 2 MHz : $< - 48 \text{ dB}$

Programmation numérique de la fréquence :

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8
Temps d'acquisition : 50 ms pour les chiffres correspondant aux pas de 10^{-1} Hz , 10^0 Hz , 10^1 Hz et 5 ms pour les 5 autres.

DIMENSIONS :

Hauteur : 88 mm - (2 U)
Largeur : 440 mm. Adaptateur Rack, standard 19"
Profondeur Hors tout : 340 mm
Masse : 8 kg.

ENVIRONNEMENT

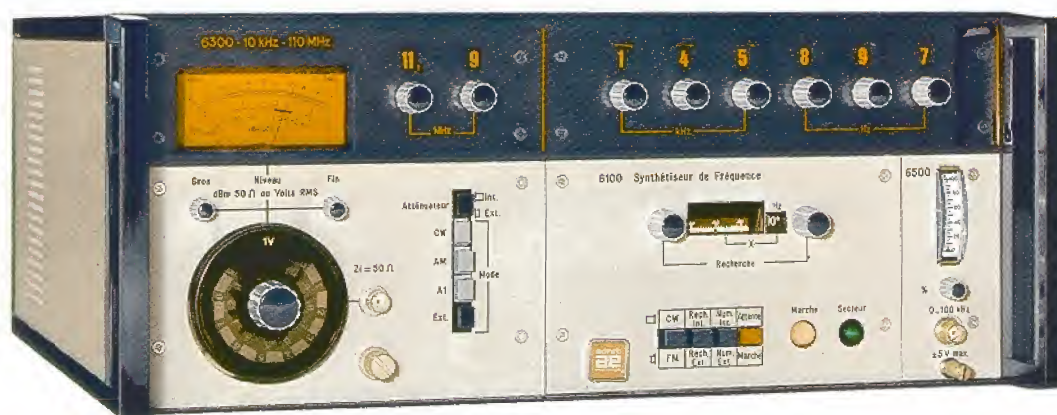
Fonctionnement : 0 à $+ 50^\circ\text{C}$,
Stockage : $- 20^\circ\text{C}$ à $+ 70^\circ\text{C}$.

SÉRIE 6000

10 kHz à
110 MHz

SYNTHÉTISEUR
A TIROIRS ENFICHABLES

Grâce à ses tiroirs enfichables, ce synthétiseur totalement programmable ouvre un domaine d'utilisation exceptionnel puisqu'il peut s'adapter à l'évolution des besoins de la technique, tant en gamme de fréquence qu'en fonctions diversifiées. De plus, sa conception originale permet l'utilisation des techniques de synthèse, aussi bien pour la génération de fréquence que pour la mesure et l'analyse de signaux.



BATIS FIXES

La série 6000 comprend deux modèles de bâtis fixes :

6100

assure l'affichage des pas de 1 Hz aux pas de 100 kHz, la sélection des fonctions CW et FM, la sélection «LOCAL/DISTANCE» de la fréquence et de la gamme de «RECHERCHE». En outre, il peut recevoir, d'une part, un **tiroir de sortie** et, d'autre part, un **tiroir de fonctions annexes**.

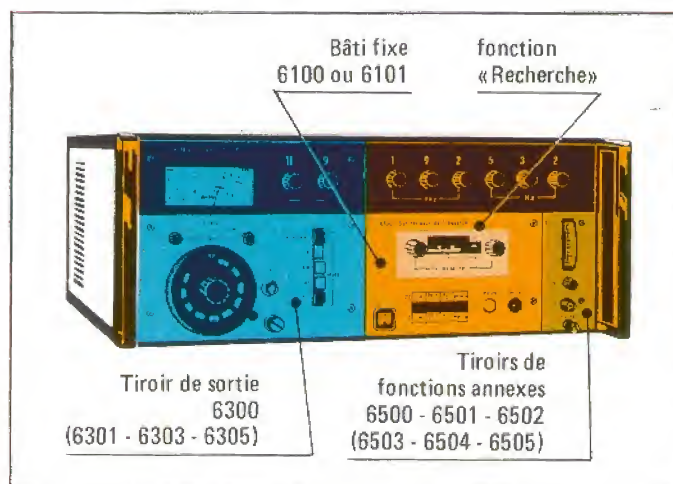
6101

version simplifiée du précédent, dans lequel est supprimée la fonction «RECHERCHE» ainsi que la possibilité de recevoir les tiroirs de fonctions annexes. Toutefois, la modulation AM est maintenue par l'introduction du signal de modulation, à l'arrière du tiroir de sortie utilisé.

CARACTERISTIQUES DES BATIS 6100 et 6101

Résolution en fréquence : 1 Hz
(sur option 0,01 Hz avec le bâti 6100)

Stabilité en fréquence
 $2 \cdot 10^{-8}$ par jour après 24 heures
 $5 \cdot 10^{-9}$ par 24 h après 1 mois de fonctionnement
 $2 \cdot 10^{-10}$ par 24 heures (sur option)



Asservissement (possibilité d')

Sur étalon extérieur par comparateur de phase.
Visualisation sur galvanomètre et calage du pilote interne par potentiomètre 10 tours.

Fréquence : 5 MHz

Niveau : 200 mV à 1 V eff./50 Ω

Sortie 5 MHz, base de temps : 500 mV/50 Ω

Recherche (sur 6100 seulement)

Excursion commutable de ± 1 Hz à ± 1 MHz

Erreur de linéarité : $< 1\%$

Echelle lumineuse : 200 mm,

Nota : En recherche, la fréquence affichée numériquement devient la fréquence centrale.

Sortie de la tension de balayage

en commande manuelle : ± 5 V

Sortie de la fréquence recherche :

3 MHz ± 1 MHz

Entrée

± 5 V, pour commande extérieure de la « recherche ».

Alimentation

115 - 127 - 220 V $\pm 10\%$
50 à 400 Hz

Consommation : 55 VA

Compteur horaire : 50 000 h

Programmation (niveau TTL, DCB 1 - 2 - 4 - 8)**De la fréquence**

entrées parallèles. Temps d'acquisition : 500 μ s

De la « recherche », (gamme)**De l'Arrêt/Marche.****ENCOMBREMENT**

Hauteur : 176 mm
Largeur : 440 mm (adaptateur rack standard 19")
Profondeur : 400 mm
Poignée : 45 mm

MASSE : 22 kg**ENVIRONNEMENT**

Fonctionnement : 0 à $+50^\circ\text{C}$
Stockage : -20° à $+70^\circ\text{C}$

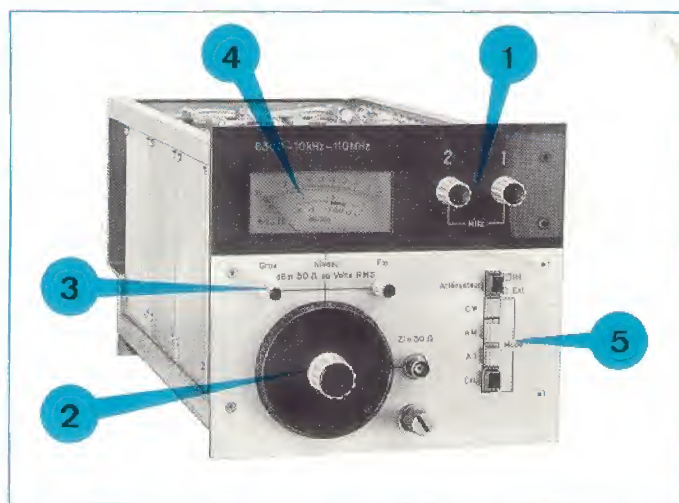
TIROIRS DE SORTIE

Les tiroirs de sortie déterminent la gamme de fréquence de l'instrument, les modes de fonctionnement, le niveau du signal de sortie ainsi que la fonction de l'appareil (générateur ou analyseur de signaux).

6300

comporte l'affichage des pas de 1 MHz et 10 MHz ①,

l'affichage du niveau de sortie par atténuateur ②, gravé en V, mV et μ V ainsi qu'en dB, les verniers «Gros» et «Fin» ③, avec visualisation sur galvanomètre ④, le choix du mode de fonctionnement ⑤ CW, AM, A1, en «LOCAL» ou en «PROGRAMMATION EXTERIEURE».



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence : 10 kHz à 110 MHz

Affichage numérique

des pas de 1 MHz et 10 MHz

(des pas de 1 Hz au pas de 100 kHz sur le bâti 6100 ou 6101, option : 0,01 Hz. Voir tiroir 6504 page 21).

Niveau de sortie (en f.e.m.)

en CW et FM : 2 V eff.

en AM : 1 V eff.

Impédance de sortie : 50 Ω

Affichage du niveau de sortie**Par atténuateur**

- en volt mV et μ V, de 1V à 3 μ V eff./50 Ω
- en dBm/50 Ω : de + 10 dBm à - 109 dBm (- 115 dBm en programmation)

Précision de l'atténuation

≤ 1 dB de 0 à - 70 dBm

≤ 2 dB de 0 à - 115 dBm

Réponse amplitude/fréquence

≤ 0,5 dB de 1 MHz à 110 MHz

Ajustage continu, visualisé sur galvanomètre :

de + 3 dB à - 10 dB, soit une dynamique totale
de + 13 dBm, (1 V eff./50 Ω) à - 119 dBm,
(0,25 μV/50 Ω).

Modulation d'amplitude, 0 à 95 %

Niveau de sortie réglé : touche AM

Bande passante 30 Hz à 100 kHz.

Niveau de sortie non réglé : touche A1

Bande passante 0 à 100 kHz.

Distorsion de l'enveloppe, à 0 dBm, et à 70 % de
taux de modulation : ≤ 3 %

Modulation résiduelle PM, à 0 dBm :

pour 30 % : 0,1 rd, pour 50 % : 0,2 rd
et pour 75 % : 0,3 rd

Modulation de fréquence

Voir «Recherche» et tiroirs 6500 et 6501

Raies AM résiduelles : - 60 dB

Pureté spectrale

Raies harmoniques

à 7 dBm : ≤ - 40 dB

Raies non harmoniques

≤ - 75 dB

(typique - 80 dB)

Bruit de phase, (dans une bande de 1 Hz)

< - 100 dB à 100 Hz de la porteuse

< - 110 dB à 1 kHz de la porteuse

< - 130 dB à 1 MHz de la porteuse

< - 140 dB à 10 MHz de la porteuse

Modulation FM résiduelle

< 0,3 Hz, dans une bande de 3 kHz

Programmation (niveau TTL, DCB 1 - 2 - 4 - 8)

de la fréquence (voir bâti)

du niveau : 2 chiffres (temps d'acquisition 2 ms)

des modes : CW, AM, A1, par niveau logique 1.

**TIROIRS DE SORTIE
EN PREPARATION
(en mars 1973)**

6301 Version simplifiée du 6300,
sur laquelle l'atténuateur est
supprimé.

6303 Analyseur de spectre à grande
dynamique. 0 à 11 MHz et
0 à 110 MHz.

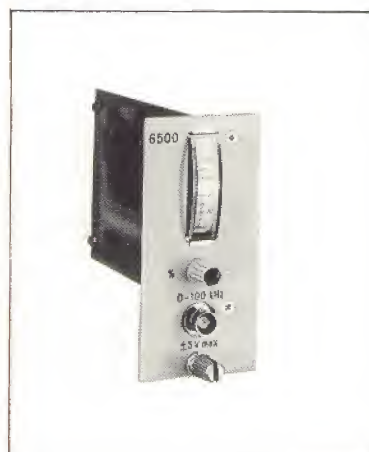
6305 Tiroir VHF/UHF.

TIROIRS DE FONCTIONS ANNEXES (seulement avec le bâti 6100)

Ils permettent les fonctions de modulation AM et FM (6500), la wobulation avec marqueurs (6501), la comparaison phase/fréquence et la multiplication d'erreur (6502)*, le balayage du tiroir de sortie analyseur de spectre (6503), l'augmentation de la résolution au centième de Hertz (6504), ainsi que la génération de fréquences BF de modulation (6505).

6500

**Tiroir d'entrée
de modulation
AM et FM**



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU 6500

- **Impédance d'entrée** : 100 kΩ/12 pF
- **Bande passante** : 0 à 100 kHz
- **Taux de modulation** :
affiché sur galvanomètre
en AM : 0 à 95 %
en FM : 0 à 100 % de l'excursion affichée
en «recherche».

6501

Tiroir
de wobulation
avec marqueurs



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU 6501

Balayage interne : réglable de 10 ms à 10 s

Dispersion : 0 à 100 % de l'excursion affichée en «recherche»

Sortie du balayage : ± 5 V crête (rampe)

Niveau d'entrée : ± 5 V crête pour 100 % de taux de modulation

Marqueurs : du type papillon, au nombre de 21, espacés au dixième de l'excursion affichée en «Recherche», c'est-à-dire : 0,1 Hz, 1 Hz ... 100 kHz

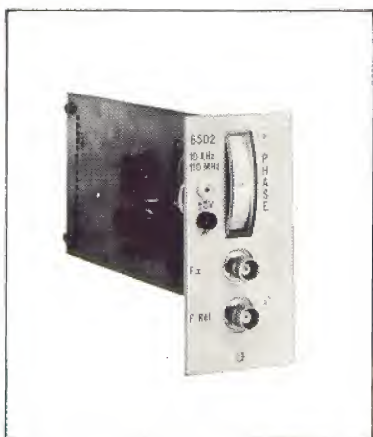
Entrée signaux extérieurs
pour wobulation et modulations AM-FM

Niveau : ± 5 V crête

Taux de modulation
réglage par potentiomètre

6502

Tiroir comparateur
phase/fréquence,
multiplicateur d'erreurs



10 kHz - 110 MHz
pour mesure précise
de fréquence avec
une grande résolution et enregistrement de dérive.

Visualisation de l'asservissement de phase sur un galvanomètre à zéro central avec indication du sens de l'erreur (sensibilité : 10 mV eff./50 Ω de 10 kHz à 110 MHz).

TIROIRS DE FONCTIONS ANNEXES EN PREPARATION (en mars 1973)

6503 Tiroir de balayage pour analyseur de spectre.

6504 Tiroir générateur de pas de 0,1 Hz et 0,01 Hz.

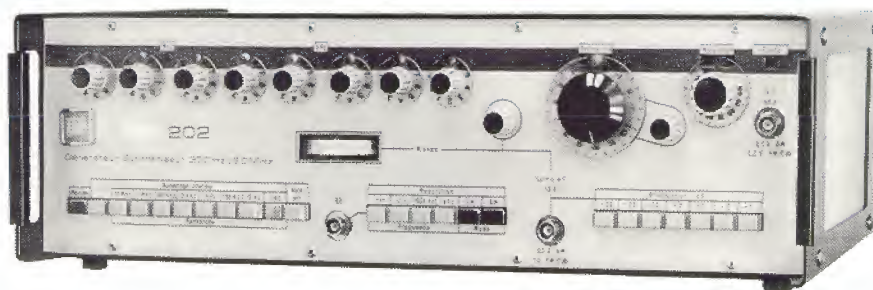
6505 Tiroir générateur de fréquences de modulation 50, 400, 1000 Hz \sim et \square

TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTS TIROIRS
COMPATIBLES AVEC LES DEUX BATIS FIXES 6100 et 6101

BATIS FIXES	TIROIRS DE SORTIE				TIROIRS DE FONCTIONS ANNEXES					
	6300	6301	6303	6305	6500	6501	6502	6503	6504	6505
6100	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6101	●	●		●						

202

300 Hz à 70 MHz



Ce générateur synthétiseur de fréquence constitue en quelque sorte l'extension haute fréquence du 201 puisqu'il couvre la gamme 300 Hz à 70 MHz et qu'il possède les mêmes fonctions.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence :

300 Hz à 69,999,999 Hz, résolution 1 Hz.

Stabilité en fréquence :

$2 \cdot 10^{-8}$ par jour ($2 \cdot 10^{-9}$ sur option).

Asservissement extérieur :

Possibilité de pilotage par un étalon extérieur 1 ou 5 MHz.

Sortie principale (niveau en f.e.m.)

2 volts eff. en CW et FM, 1 Volt eff. en AM.

Impédance interne : 50 Ω .

Atténuateur :

de 0 à - 59 dB par pas de 1 dB (boutons poussoirs), plus vernier ± 1 dB.

Sortie auxiliaire (niveau en f.e.m.)

0.2 Volt eff. en CW et FM, 0,1 Volt eff. en AM.

Impédance interne : 50 Ω .

Réponse amplitude/fréquence :

de 10 kHz à 30 MHz $\pm 0,5$ dB,
de 300 Hz à 70 MHz ± 1 dB
Variation du niveau en fonction du secteur :
< 0,1 dB pour ± 10 %

Bruit de phase :

Mesuré dans une bande de 1 Hz à ± 100 Hz de la porteuse : - 100 dB ; à ± 1 kHz de la porteuse : - 108 dB ; à ± 10 kHz de la porteuse - 113 dB ; à ± 100 kHz de la porteuse : - 120 dB.

Composantes harmoniques :

- 30 dB (typique - 34 dB).

Programmation numérique de la fréquence :

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8.

Temps d'acquisition : 1 ms en commande asynchrone.

Modulation d'amplitude 0 à 95 %

Par signaux internes : Fréquence : 50, 400 ou 1000 Hz.

Par signaux externes : Fréquence : 0 à 30 kHz, Niveau : ± 5 Volts.

Impédance d'entrée : 100 k Ω 12 pF.

Fonction Recherche

permet une variation continue de la fréquence depuis - 0,2 Hz à + 1,2 Hz jusqu'à - 2 MHz à + 12 MHz, autour d'une fréquence affichée numériquement.

Précision et linéarité :

précision du cadran : ± 2 % ; stabilité sur 15 mn :
> 0,02 % ; dérive entre + 15 et + 35° C : ≤ 1 %.

Modulation de fréquence-wobulation :

Par signaux internes : 50, 400 ou 1000 Hz.

Excursion max. : de $\pm 0,5$ Hz à ± 5 MHz par sélection.

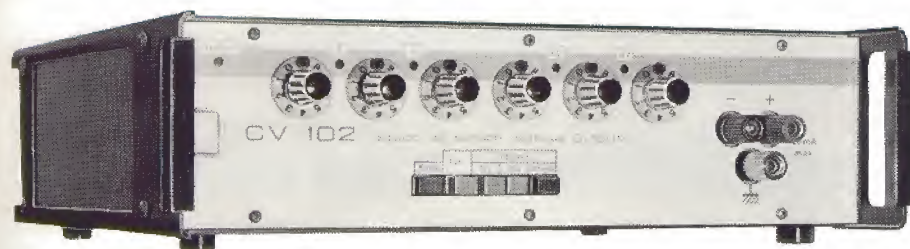
Par signaux externes : Fréquence de 0 à 10 kHz ; niveau : de - 2 à + 12 Volts ; impédance d'entrée 100 k Ω ; excursion maximum : de $\pm 0,7$ Hz à ± 7 MHz.

DIMENSIONS :

Largeur : 440 mm,
Hauteur : 132 mm,
Profondeur hors tout : 340 mm,
Adaptateur rack standard : 19",
Masse : 10 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 - 50° C.
stockage : - 20° + 70° C.



102

0,1 μ V à 100V

La particularité de cet appareil réside dans le procédé original de conversion «numérique/analogique» utilisé pour la génération de la tension continue.

Le procédé utilisé dans le 102 repose sur le principe du «comptage prédéterminé», il a le double avantage de ne nécessiter qu'un nombre très réduit d'éléments étalons (3 éléments quel que soit le nombre de chiffres) — ce qui est favorable à la fiabilité de l'instrument — et d'offrir, par principe même, une parfaite constance des échelons de tension (excellente linéarité).

Associées à la faculté intrinsèque de programmation, ces caractéristiques rendent l'appareil particulièrement adapté tant en laboratoire qu'en contrôle, aux opérations d'étalonnage et de contrôle de linéarité (amplificateurs opérationnels, chaînes de mesures, discriminateurs, voltmètres numériques, convertisseurs V/F ...)

Par ailleurs, son temps d'acquisition de 15 ms (temps maximal d'établissement d'une valeur V_1 à une valeur V_2) permet de l'utiliser, associé à un générateur de signaux numériques codés, un ordinateur ou un programmeur approprié, comme simulateur de fonctions TBF complexes (capteurs par exemple) ; application particulièrement intéressante dans le domaine des servomécanismes.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Sortie flottante : polarité + et -

Gamme 10 Volts :

0,01 mV à 9,99999 V par pas de 0,01 mV.

Gamme 100 Volts :

0,1 mV à 99,9999 V par pas de 0,1 mV.

Affichage numérique :

6 chiffres

Stabilité sur 24 H :

$\pm (25 \mu\text{V} \pm 0,8 \cdot 10^{-5})$, gamme 10 V

$\pm (0,25 \text{ mV} \pm 1 \cdot 10^{-5})$, gamme 100 V.

Stabilité sur 7 jours :

$\pm (30 \mu\text{V} \pm 1 \cdot 10^{-5})$, gamme 10 V

$\pm (0,3 \text{ mV} \pm 1,3 \cdot 10^{-5})$, gamme 100 V

Précision

Mesurée pour $\pm 10\%$ de la tension d'alimentation nominale, et pour une variation de température de $+20^\circ\text{C}$ à $+30^\circ\text{C}$.

Gamme 10 V : $\pm 3 \cdot 10^{-5} \pm 100 \mu\text{V}$

Gamme 100 V : $\pm 5 \cdot 10^{-5} \pm 1 \text{ mV}$

Courant de sortie :

0 à 50 mA max. (courant de court circuit 70 mA).

Résistance interne : en continue : $< 0,002 \Omega$

Impédance dynamique : $R < 15 \Omega$ avec $L < 3 \text{ mH}$.

Linéarité indépendante :

Gamme 10 volts : $1,3 \cdot 10^{-5}$

Gamme 100 volts : $2 \cdot 10^{-5}$.

Bruit :

Gamme 10 volts $< 30 \mu\text{V}$

Gamme 100 volts $< 300 \mu\text{V}$.

Réjection de mode commun : $> 120 \text{ dB}$.

Rigidité diélectrique :

entre masse et bornes de sortie $\pm 500 \text{ V}$.

Résistance d'isolement :

1000 M Ω

Programmation :

6 chiffres codés en DCB 1 - 2 - 4 - 8.

Code de gamme et de validation

Temps d'acquisition : 15 ms.

Accessoires compatibles

- Programmeur 112 (8 voies) et afficheur 122
- Diviseur de tension type 132 (ci-dessous)
- Cadenceur type 402 (voir p. 34)

Extension «nanovolts»

(avec l'accessoire type 132)

gamme 0 à 100 mV (résolution 0,1 μV)

DIMENSION :

Hauteur : 88 mm (2 U standard 19")

Largeur : 340 mm (adaptateur Rack 19")

Profondeur hors tout : 340 mm.

MASSE : 5,7 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à 50°C (conservatif : $+20$ à $+30^\circ\text{C}$)

Stockage : -20° à 70°C .

CARACTERISTIQUES DES GENER

Recherche - Wobulation							
Modulation d'amplitude							
Modulation de fréquence							
Modulation de porteuse							
Modulation F1							
Atténuateur incorporé							
Sortie déphasée							
Fréquencemètre hétérodyne							
Pilote synthétisé							

303

302 B

301

201

201 SB

202

6

LABORATOIRE



(page 10)



(page 12)



(page 13)



(page 14)



(page 17)



(page 22)



(page 23)

EQUIPEMENT

GAMMES DE FREQUENCES COUVERTES

Unité d'affichage (▼)

10⁹ Hz
10⁸ Hz
10⁷ Hz
10⁶ Hz
10⁵ Hz
10⁴ Hz
10³ Hz
10² Hz
10 Hz
1 Hz
10⁻¹ Hz
10⁻² Hz
10⁻³ Hz

PRECISION

10⁻⁹ Hz
10⁻⁸ Hz
10⁻⁷ Hz
10⁻⁶ Hz
10⁻⁵ Hz
10⁻⁴ Hz

RATEURS - SYNTHETISEURS

6000



(page 18)

6203



(page 28)

6204



(page 29)

6205



(page 32)

201 R/RA



(page 27)

502

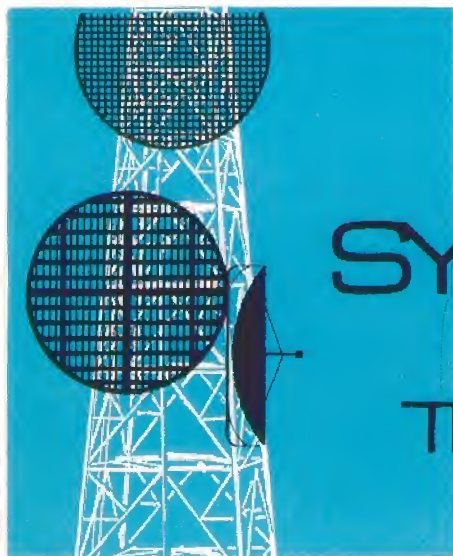


(page 30)

503



(page 30)



SYNTHETISEURS POUR LES TELECOMMUNICATIONS

un problème important dans les télécommunications LE PILOTAGE DES EMETTEURS

Nous pensons que l'on peut définir les télécommunications comme étant l'ensemble des techniques qui permettent de véhiculer ou de transmettre des informations à distance. Bien qu'elles aient évolué à travers les âges, les télécommunications modernes ont pris leur essor avec l'apparition de l'électricité (télégraphie), puis de la triode (radio), enfin, avec le développement des semi-conducteurs, les émetteurs se sont multipliés dans les différentes bandes de fréquence, ce qui a conduit les commissions internationales à prévoir une réglementation très sévère en ce qui concerne l'attribution des fréquences de travail des différents centres d'émissions. Du reste, certains centres de réception, comme celui de NOISEAU en France, sont chargés de faire la « police des ondes » et rappellent à l'ordre les stations d'émissions qui ne respectent pas cette déontologie des ondes.

D'après ce qui vient d'être exposé, il ressort que les télécommunications font appel, à la réception comme à l'émission, aux « circuits sélectifs ». Le terme « sélectif » sous-entend, pour tout spécialiste des télécommunications, précision, stabilité, bonne résolution en fréquence ainsi qu'une réponse am-

plitude/fréquence aussi régulière que possible.

D'après ces exigences, il apparaît que le synthétiseur, du fait de ses qualités intrinsèques, soit tout indiqué pour le pilotage d'émetteurs.

A la réception, il peut également se substituer à l'oscillateur local du récepteur.

DU PILOTE A QUARTZ AU SYNTHETISEUR.

Certains modèles de synthétiseurs ont donc été spécialement étudiés dans le but d'être incorporés dans des équipements de télécommunications, principalement comme pilotes d'émetteurs. Pour ce genre d'appareil, les exigences sont très sévères, tant au point de vue de la fiabilité que des performances.

Traditionnellement, il est utilisé, soit des étalons précis de fréquence fixe, (diapasons quartz, masers, etc...), soit des générateurs à fréquences variables, mais beaucoup moins stables et précis qu'il faut contrôler et régler à l'aide d'équipements auxiliaires.

Si certains services de radiocommunications utilisent la même fréquence pendant de longues périodes, (par exemple les radiophares) et peuvent s'équiper du pilote à quartz, d'autres services sont appelés à changer souvent leur fréquence de travail, soit par suite des conditions de propagation, soit parce qu'ils changent de correspondant ou de zone de parcours ou de consigne d'exploitation.

Dans ce dernier cas, le nombre de fréquences de travail est très élevé, par exemple, il est de 30 000 canaux

espacés de 1 kHz dans la gamme des ondes courtes (30 à 60 MHz), 7 000 canaux espacés de 25 kHz dans celle des UHF, (225 à 400 MHz). Il est donc hors de question d'approvisionner autant de pilotes indépendants accordés d'avance sur ces fréquences. Il faut pouvoir les « fabriquer » à la demande et dans un temps très court par une manœuvre simple, c'est ce que permet de faire le synthétiseur de fréquence.

D'une façon générale, les générateurs synthétiseurs de fréquence utilisés dans les télécommunications sont dénommés « pilotes synthétisés » dits à gamme continue.

De plus, en cas d'interférences, il est possible de synchroniser un réseau d'émetteurs puisque le pilote des synthétiseurs peut être asservi sur une source extérieure de fréquence constituée, par exemple, d'un étalon atomique tel qu'un rubidium.

Dans cette partie du catalogue, les différents instruments d'équipement sont présentés dans le cadre de leur application :

- **201 R et 201 RA** : émission grandes ondes et ondes moyennes
- **6203** : émission ondes courtes
- **6204** : émission O.C. avec modulation en mode F1
- **502-503** : émission de télévision

Du reste, ces différents appareils figurent sur le tableau récapitulatif de la page 25. En outre, cette rubrique décrit un fréquencemètre hétérodyne, le **6205**.

EN OL, les puissances considérables mises en jeu par les émetteurs pour une couverture aussi grande que possible, (de 500 kW à 2 MW), font que certains émetteurs interfèrent entre eux en fonction des horaires d'émissions. Il est donc intéressant d'effectuer un décalage de quelques dizaines de Hertz pour éviter ces interférences, ce qui est difficile avec des pilotes d'émetteurs classiques, mais fort commode avec un synthétiseur.

EN OM, le calage rigoureux des émetteurs sur la fréquence qui leur est attribuée, est encore plus critique qu'en OL, vu le nombre considérable de programmes diffusés dans cette bande de fréquence. La solution de l'avenir étant la synchronisation de tous les émetteurs à partir d'étalons atomiques, ce qui est particulièrement facile à réaliser avec un pilote synthétisé, mais impossible avec un oscillateur à quartz.

Pour répondre à ces besoins, ADRET ELECTRONIQUE a développé le pilote synthétisé type **201 R**.

201R Le pilote synthétisé type **201 R**, est un générateur cohérent de fréquence à commande numérique. Il délivre par affichage décimal, toutes les fréquences comprises entre 50 kHz et 2 MHz, (avec une résolution de 10 Hz) élaborées à partir d'un maître oscillateur à quartz de haute stabilité.

Le niveau de sortie de la fréquence synthétisée est visualisé sur un galvanomètre, il est variable de 1 V à 3 V eff. (en f.e.m.) et disponible sous deux impédances, 50 Ω et 1000 Ω .

En outre, l'oscillateur de référence du **201 R**, peut être asservi sur un étalon externe de fréquence 5 MHz et le décalage entre les deux fréquences est également visualisé sur un galvanomètre.

201RA Ce modèle de pilote synthétisé, possède les mêmes caractéristiques que le **201 R**, mais il comprend un amplificateur



201 R/RA

PILOTAGE D'EMETTEURS
GRANDES ONDES (OL) ET
ONDES MOYENNES (OM)

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 50 kHz à 1.999,99 kHz

Résolution : 10 Hz

Affichage :

numérique par 6 commutateurs décimaux

Stabilité :

standard : pilote interne

2.10⁻⁸/24 h après 3 jours de fonctionnement;

1.10⁻⁷ sur 3 mois, après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.

option : pilote type haute stabilité

2.10⁻¹⁰/24 h après 3 jours de fonctionnement.

Asservissement du pilote interne : sur étalon extérieur de fréquence 5 MHz \pm 3.10⁻⁷ (niveau 300 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω).

Fréquence de référence :

disponible sur prise coaxiale F = 5 MHz
V = 500 mV eff. sur charge de 50 Ω adaptée.

Sortie des signaux

Voyant s'allumant pour V \geq 900 mV eff. sur charge adaptée

1) sortie variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω

2) sortie variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 1000 Ω

Réponse Amplitude/Fréquence

\pm 3 % de 50 kHz à 2 MHz

Pureté spectrale

Raies non harmoniques fixes \leq - 70 dB

Raies harmoniques \leq - 34 dB

Bruit de phase mesuré dans une bande de 1 Hz :

à 100 Hz de la porteuse \leq - 90 dB

à 1 kHz de la porteuse \leq - 100 dB

Bruit de phase TBF ($\theta = f(t)$)

écart de phase maximum $\leq \pm 0,1^\circ$

Alimentation

Secteur : 115-127 ou 220 V à \pm 10 %

Fréquence : 50 Hz à 400 Hz

Consommation : 50 VA

Batterie 12 V extérieure : uniquement pour le pilote. Pôle négatif à la masse, (consommation = 300 mA).

Dimension

Coffret : 4 U (standard 19')

Hauteur : 176 mm. Largeur : 440 mm

Profondeur : 340 mm

Masse : 13 kg

Environnement

Fonctionnement :

+ 10°C à + 45°C

Stockage : - 10°C à + 65°C

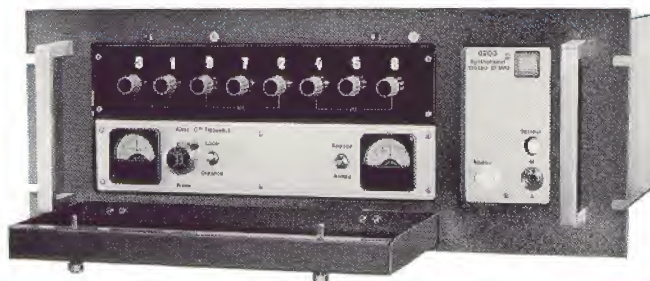
de puissance nominale de 1 W, (environ 7 V sur charge de 50 Ω). Le niveau de sortie est également visualisé sur galvanomètre, mais la réponse amplitude/fréquence est de \pm 5 %, de 50 kHz à 2 MHz. Quant aux raies harmoniques leur taux de réjection est de 25 dB.

1 - Affichage numérique de la fréquence 50 kHz - 2 MHz, résolution 10 Hz ● 2 - Visualisation du niveau de sortie ● 3 - Affichage du niveau de sortie ● 4 - Voyant niveau \geq 900 mV eff/50 Ω ● 5 - Mise sous tension ● 6 - Test des tensions continues ● 7 - Alimentation et protection secteur ● 8 - Sortie 50 Ω et 1000 Ω (201 R et 201 RA) ● 9 - Alimentation par batterie extérieure (entrée et protection) ● 10 - Entrée du 5 MHz d'asservissement ● 11 - Sortie du 5 MHz de référence ● 12 - 13 - Déphasage et calage du pilote interne en cas d'asservissement extérieur ● 14 - Entrée et sortie de l'amplificateur 1 W (201 RA) ●



6203

PILOTAGE D'EMETTEURS ONDES COURTES



Dans le cas d'émission **ondes courtes**, en plus des problèmes de précision et de stabilité, il y a nécessité d'opérer sur plusieurs fréquences successives de travail soit en fonction des programmes (émissions dirigées), soit en fonction des diagrammes de propagation qui varient selon l'heure et la saison. D'autre part, les brouillages étant fréquents, un léger décalage de la fréquence attribuée à l'émetteur, permet d'éviter les interférences gênantes.

Changement de fréquence et décalage s'effectuent très rapidement

avec un pilote synthétisé, soit en commande manuelle, soit par programmation à partir d'un pupitre de commande.

Pour répondre aux besoins de l'émission OC, ADRET ELECTRONIQUE a développé le pilote synthétisé type 6203 qui délivre, par affichage décimal ou par programmation, toutes les fréquences comprises entre 100 kHz et 32 MHz avec une résolution de 1 Hz. Cet appareil est caractérisé par une excellente pureté spectrale ainsi que par un MTBF voisin de 20 000 heures.

EXEMPLE DE REALISATION

ADRET ELECTRONIQUE a réalisé un ensemble de pilotage pour le centre de diffusion **Ondes Courtes** d'ISSOUDUN. Réparti en 3 baies, (2 baies pilotes, 1 baie commutation) ; il comprend principalement 10 pilotes synthétisés 6203, 10 programmeurs 212T, 10 tiroirs d'identification, 10 tiroirs amplificateurs, 1 tiroir pilote haute stabilité, 1 tiroir fréquencemètre et 1 tiroir d'interface (Fig. 1).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 100 kHz à 32 MHz
Résolution : 1 Hz
Affichage : numérique, par 8 commutateurs.

Stabilité :

Pilote (type 609)
2.10⁻⁸/24 h après 72 h de fonctionnement
5.10⁻⁹/24 h après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.

Asservissement

Fréquence extérieure : 5 MHz \pm 3.10⁻⁷
Niveau : 100 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω
visualisation du déphasage par galvanomètre.

Niveau de sortie

Visualisé par galvanomètre
Voyant s'allumant pour V \geq 900 mV eff. sur charge adaptée
Sortie « 1 » variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω
Sortie « 2 » variable de 30 à 100 mV eff. sur charge adaptée de 50 Ω

Réponse amplitude/fréquence

\pm 0,8 dB de 100 kHz à 32 MHz

Pureté spectrale

Bruit de phase

mesuré dans une bande de 1 Hz :
à 100 Hz de la porteuse \leq - 100 dB
à 1 kHz de la porteuse \leq - 110 dB

Bruit de phase TBF ($\theta = f(t)$) :

écart de phase maximum $\leq \pm 0,1^\circ$

Composantes non harmoniques :

\leq - 70 dB

Composantes harmoniques : \leq - 34 dB

Programmation numérique de la fréquence

8 chiffres codés en DCB 1-2-4-8
Niveau logique « 0 » : -1 V à +0,1 V
Niveau logique « 1 » : +4,5 V à +7,5 V
Impédance d'entrée : 4700 Ω \pm 20 %
Temps d'acquisition : 5 ms

Télécommande de l'arrêt/marche

Marche : niveau 0 ou non raccordé
Arrêt : niveau 1 (+4,5 V à +7,5 V)

Alimentation

Tension réseau :
115 V - 127 V et 220 V \pm 10 %
Tension convertisseur à signaux carrés :
155 V crête
Fréquence : 50 Hz à 400 Hz
Consommation : 40 VA
Entrée batterie 12 V :
Uniquement pour le pilote; pôle négatif à la masse. Consommation 300 mA environ.

Compteur horaire :

indication jusqu'à 50 000 heures

Fiabilité : MTBF > 16 000 heures

Dimensions hors tout :

Encombrement : 4 U standard 19 "
Hauteur : 195 mm
Largeur : 480 mm
Profondeur hors tout : 430 mm
Masse : 12 kg environ

Environnement :

Fonctionnement : 0 à 50°C
Stockage : - 20°C à + 70°C

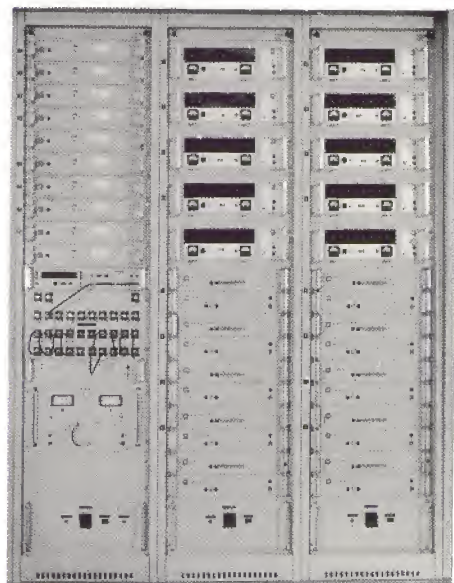


Fig. 1 Baies de pilotage «ISSOUDUN» O.R.T.F.

Cet ensemble permet le pilotage de 10 émetteurs dont le principe d'exploitation d'une voie est illustré par la figure 2.

Le pilote type 922 délivre à chaque synthétiseur une fréquence d'asservissement de 5 MHz. De la sorte, les fréquences délivrées par les 10 synthétiseurs sont toutes synchrones.

Par ailleurs, chaque 6203 reçoit l'un des 8 codes de programmation en provenance d'une mémoire (programmeur 212 T). Pour chaque programmeur, le passage

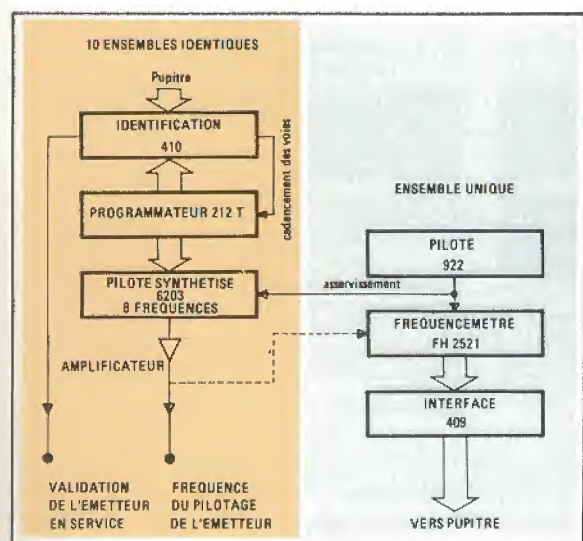


Fig. 2. Principe d'exploitation d'une voie

d'une voie à l'autre s'effectue soit en mode LOCAL directement à partir du 212 T, soit en mode DISTANCE/LOCAL à partir du pupitre, soit en mode DISTANCE / AUTOMATIQUE également à partir du pupitre. Dans ce dernier mode de fonctionnement, un système de scrutation

(tiroir identification), effectue une corrélation entre les codes issus du pupitre et ceux mis en mémoire par le programmeur. Dès qu'il y a corrélation entre les deux codes, la scrutation est interrompue et l'émetteur correspondant est validé.

D'autre part, le fréquencesmètre per-

met à tout moment, soit le contrôle des fréquences d'asservissement (5 MHz), soit le contrôle des fréquences de pilotage directement ou par l'intermédiaire d'un commutateur coaxial télécommandé à partir du pupitre.

Le code DCB correspondant à chaque fréquence mesurée est, par l'intermédiaire du tiroir « interface », renvoyé sur le pupitre.

Il est à noter que l'équipement comprend 10 ensembles de pilotage pour 8 émetteurs. Il y a donc 2 ensembles de secours. L'aiguillage s'effectuant à partir d'une platine de commutation située sur l'armoire dite de commutation. Chacun des 8 émetteurs peut donc être piloté par 8 fréquences au choix, mises en mémoire à partir du 212 T et ceci dans la gamme de 100 kHz à 32 MHz. Il est à noter qu'à partir de la platine de commutation l'entrée d'un amplificateur correspondant à un émetteur donné, peut être commutée à l'un des 10 synthétiseurs, ce qui accroît notablement les combinaisons possibles.



6204

PILOTAGE D'EMETTEURS EN MODE F1

Traditionnellement, ce genre d'émetteur est équipé par des pilotes de conception analogique. En fait, il en existe deux types, le pilote à gamme continue et le pilote à quartz.

Le pilote à gamme continue a pour lui l'avantage de la souplesse d'utilisation, mais il est incapable d'assurer une stabilité et une précision de fréquence compatibles avec une exploitation rationnelle des liaisons radioélectriques modernes. Il est donc de plus en plus remplacé par le pilote à quartz qui procure la précision et la stabilité requises. Chaque changement de fréquence nécessite alors l'approvisionnement d'un nouveau quartz et souvent le retour du pilote en usine, ce qui entraîne généralement une immobilisation assez prolongée. De

plus, sur ces pilotes, le réglage de la valeur du SHIFT (décalage) est délicat et doit être fréquemment contrôlé et ajusté.

Pour répondre à ces exigences, ADRET Electronique a spécialement étudié et développé le modèle **6204** qui allie l'avantage du pilote à gamme continue (souplesse des changements de fréquence), à celui du pilote à quartz (grande précision et stabilité). En y ajoutant la précision du SHIFT qui est élaboré numériquement avec la précision du maître oscillateur incorporé, la distorsion télégraphique (définie par la réglementation du CCIR) est donc réduite au minimum.

Le **6204** permet également le pilo-

tage de 4 émetteurs par l'intermédiaire de 4 sorties commutées.

L'affichage du SHIFT comprend 4 positions mais toutes les valeurs comprises entre 100 Hz et 1000 Hz au pas de 100 Hz sont possibles, simplement par déplacement de diodes sur une matrice (voir figure 1).

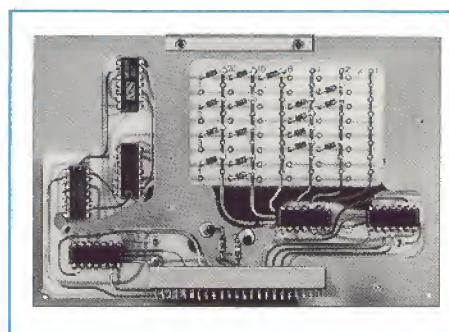


Fig. 1

En outre, la programmation numérique de la fréquence, du taux de division de la fréquence, du choix de l'émetteur et de l'arrêt/marche, confèrent à cet appareil une souplesse d'utilisation inconnue jusqu'à ce jour.

Enfin, le code télégraphique déterminant les fréquences « haute » et « basse » du SHIFT, est traité par un circuit opto-électronique garantissant une isolation parfaite entre le synthétiseur et la ligne télégraphique.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 100 kHz à 32 MHz

Résolution : 10 Hz

Affichage : numérique par 7 commutateurs décimaux, l'affichage de la fréquence sur le panneau avant correspond à la « pseudo-fréquence » quel que soit le SHIFT choisi.

Shift :

- **4 valeurs de Shift**, de 100 Hz à 1000 Hz, au pas de 100 Hz peuvent être déterminées par un programme inclus dans l'appareil (matrice à diodes). Une 5ème position permet le fonctionnement en CW.
- **Temps de transition**, de la fréquence basse à la fréquence haute, réglable en fonction de la vitesse de transmission, (de 50 à 250 bauds), de façon à délivrer un spectre de fréquence conforme aux réglementations du CCIR.

- **Entrée télégraphique** : entrée flottante 48 V (+ 10 %, - 25 %), compatible « simple et double courant ». L'isolement entre l'appareil et la ligne est assuré par un coupleur opto-électronique, ce qui garantit un isolement de + 500 volts. Impédance d'entrée 2.400 Ω (20 mA sur 48 V).
- **Distorsion télégraphique**, n'excède pas 5 % à la vitesse maximum de manipulation.

Stabilité en fréquence

- $2.10^{-8}/24$ h après 72 h de fonctionnement.
- $5.10^{-9}/24$ h après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.

- **asservissement extérieur** : un comparateur de phase incorporé permet d'asservir le maître oscillateur sur une fréquence étalon extérieure de $5 \text{ MHz} \pm 3.10^{-7}$. Niveau 200 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω .

Niveau de sortie

Visualisé par galvanomètre :
Un voyant s'allume pour $U \geq 900 \text{ mV eff.}$ sur charge adaptée :

Sortie « 1 » variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω

Sortie « 2 » variable de 30 à 100 mV eff. sur charge adaptée de 50 Ω .

Sortie « 3 » vers les 4 émetteurs avec possibilité de division de la fréquence par 2 ou 3, sur charge adaptée de 50 ou 75 Ω .

Réponse amplitude/fréquence

$\pm 0,8 \text{ dB}$, de 100 kHz à 32 MHz sur la sortie « 1 »

$\pm 1,5 \text{ dB}$, de 100 kHz à 32 MHz sur les sorties E1, E2, E3 et E4 (sorties 2 et 3).

Pureté spectrale

Bruit de phase mesuré dans une bande de 1 Hz,

à 100 Hz de la porteuse $\leq -100 \text{ dB}$

à 1 kHz de la porteuse $\leq -110 \text{ dB}$

Bruit de phase TBF : $\theta = f(t)$.

écart de phase max. $\leq \pm 0,1^\circ$

Composantes non harmoniques :

$\leq -70 \text{ dB}$

Composantes harmoniques : $\leq -34 \text{ dB}$

Programmation numérique

● de la fréquence

7 chiffres codés DCB 1-2-4-8
niveau logique « 0 » - 1 V à + 0,1 V
niveau logique « 1 » + 2,5 V à + 7,5 V
impédance : 4,7 k $\Omega \pm 20 \%$
temps d'acquisition : 5 ms

● du taux de division de l'émetteur

division par 1
division par 2
division par 3

● du choix de l'émetteur

émetteur 1
émetteur 2
émetteur 3
émetteur 4

Télécommande de l'arrêt/marche

Marche : Niveau 0 ou non raccordé

Arrêt : Niveau 1

Alimentation

Tension réseau

115 V - 127 V et 220 V $\pm 10 \%$

Tension convertisseur à signaux carrés :

155 V crête

fréquence : 50 Hz à 400 Hz

Consommation : 40 VA

Batterie 12 V

Uniquement pour le pilote pôle négatif à la masse. Consommation 300 mA environ.

Compteur horaire

Indication jusqu'à 50 000 heures

Fiabilité : MTBF > 16 000 heures

Dimensions hors tout

Encombrement : 4 U Standard 19"

Hauteur : 195 mm

Largeur : 480 mm

Profondeur hors tout : 430 mm

Masse : 12 kg environ

Environnement

Fonctionnement 0 à 50°C

Stockage - 20°C à + 70°C

502-503

PILOTAGE D'EMETTEURS TELEVISION

Généralités

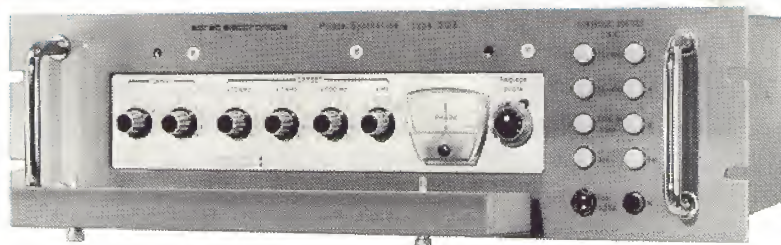
Avec la mise en service des émetteurs de télévision de la troisième chaîne en bande IV et V, les problèmes de stabilité de fréquence sont devenus cruciaux. De plus, il faut prévoir systématiquement la possibilité d'effectuer des décalages

de ligne et, souvent même, des décalages de trame. Ce n'est qu'à ce prix que les brouillages entre émetteurs peuvent être réduits.

Les pilotes à quartz utilisés jusqu'à présent pour le pilotage des émetteurs manquent évidemment de souplesse pour effectuer de tels décalages. Les générateurs synthétiseurs de fréquence étant largement utilisés dans les réseaux à titre de

dépannage, (remplacement d'un pilote déficient), les promoteurs de la 3ème chaîne ont tout naturellement pensé à équiper les nouveaux émetteurs de pilotes synthétisés intégrés aux émetteurs.

La structure d'un tel émetteur est indiquée par la figure 1 où l'on voit que le neuvième de la fréquence de transposition, après multiplication par 9, est mélangée aux fréquences intermédiaires son et



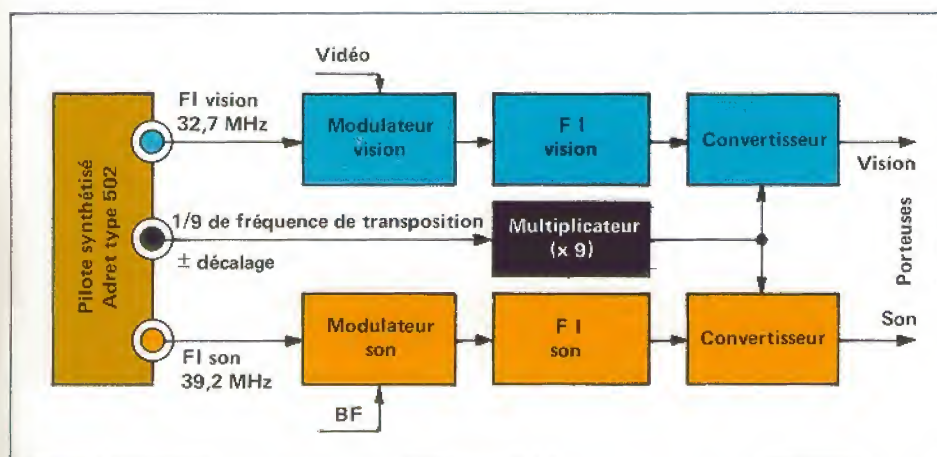


Fig. 1 Structure des émetteurs de la 3ème chaîne de télévision

image, de façon à délivrer les fréquences d'émission du canal considéré, (porteuses son et image : $F_{\text{son}} = F_{\text{I}}(\text{son}) + F_{\text{transposition}}$, de même $F(\text{vision}) = F_{\text{I}}(\text{vision}) + F_{\text{transposition}}$).

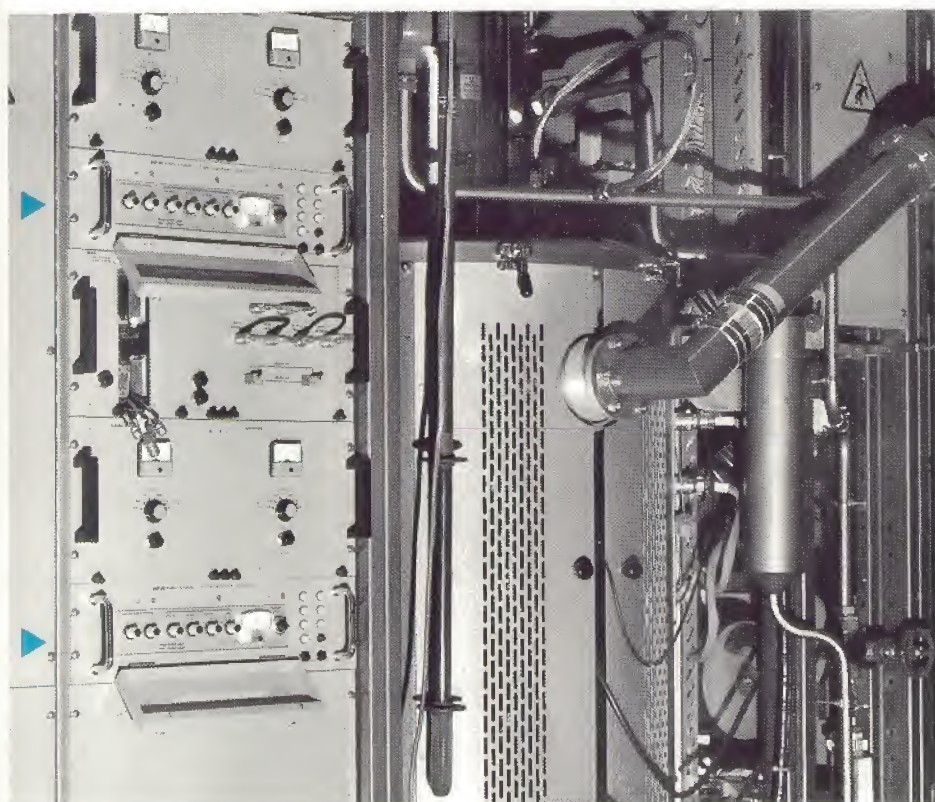
Décalage (offset)

Le décalage de ligne consiste à ajouter aux deux porteuses son et image « n » fois un douzième de la fréquence de ligne avec $-20 \leq n \leq 20$, ce qui correspond à 41 pas d'environ 1,3 kHz puisque la fréquence de ligne est de 15 625 Hz

($\frac{1 \text{ MHz}}{2^6}$). De façon à améliorer encore les qualités des images perturbées, on peut utiliser le **décalage de trame** dont la valeur incrémentale correspond à la fréquence tramée soit 25 Hz. Dans ce dernier cas, le synthétiseur est verrouillé à partir d'un étalon extérieur très stable (oscillateur au rubidium par exemple).

En effectuant le décalage par variation de la fréquence de transposition, le décalage des porteuses son et image est identique.

Fig. 2 Synthétiseurs Adret type 502 intégrés aux émetteurs 3ème chaîne télévision



La solution : le pilote synthétisé ADRET TYPE 502

Pour répondre à ces besoins ADRET ELECTRONIQUE a spécialement étudié et développé le pilote synthétisé type **502** qui délivre 3 fréquences :

- La fréquence intermédiaire son de 39,2 MHz
- La fréquence intermédiaire vision de 32,7 MHz
- et, le neuvième de la fréquence de transposition correspondant aux canaux 21 à 69, affecté d'un décalage de fréquence au pas de 25 Hz.

Ces trois fréquences sont toutes cohérentes puisque issues d'une source étalon unique qui est constituée, comme dans tous les synthétiseurs, par un maître oscillateur à quartz en enceinte thermorégulée.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquences délivrées :

- Fréquence intermédiaire **son** 39,2 MHz
- Fréquence intermédiaire **vision** 32,7 MHz
- Fréquence de transposition divisée par $9 \pm$ fréquence de décalage.

Canaux :

affichage numérique de 21 à 69

Décalage :

au pas de 25 Hz déterminés par 4 commutateurs numériques :
décalage positif 1999 pas, (soit + 49,975 kHz),
décalage négatif 2000 pas, (soit - 50 kHz).

Stabilité des 3 fréquences délivrées

Pilote interne

$5 \cdot 10^{-9}$ / 24 h après 3 mois de fonctionnement
 $2 \cdot 10^{-7}$ / 24 h après 72 h de fonctionnement
 $1 \cdot 10^{-7}$ pour 3 mois de fonctionnement
Stabilité sur 1 ms : $3 \cdot 10^{-9}$

Asservissement du pilote interne

Sur étalon extérieur de :

fréquence 5 MHz
niveau 200 mV à 1 V eff. sur charge de 50Ω
Plage d'asservissement : $\pm 3 \cdot 10^{-7}$

Mise en phase

par potentiomètre 10 tours et visualisation du déphasage sur galvanomètre.

Temps d'acquisition de l'asservissement : 0,3 s environ

En cas de coupure, la stabilité est recouvrée en moins de :

- 8 mn lorsque le pilote est alimenté par le secteur
- 3 s lorsque le pilote est alimenté par batterie.

Pureté spectrale

Composantes harmoniques	≤ -20 dB
Composantes non harmoniques	≤ -70 dB
Bruit de phase mesuré dans une bande de 30 kHz autour de la porteuse et à partir de ±1 Hz	≤ -70 dB
Bruit d'amplitude	≤ -70 dB

Niveau de sortie

- pour les 3 fréquences synthétisées, 0,9 V à 1,2 V eff. sur charge de 50 Ω
Chaque fréquence est disponible sur 2 voies, et à chacune des voies correspond un voyant de contrôle allumé pour un niveau ≥ 0,9 V eff.
- fréquence 5 MHz de base de temps : 500 mV eff. sur 50 Ω

Alimentation

Tension : secteur 220 V ± 10 %
Fréquence : 50 à 60 Hz
Consommation : 35 VA
Batterie : 12 V ± 1 V, extérieure :
Uniquement pour le pilote, pôle négatif à la masse (consommation : 350 mA).

Dimensions

Hauteur : 133 mm (3U)
Largeur : 483 mm
Profondeur : 340 mm
Masse : 12,5 kg.

En ce qui concerne les émetteurs existants, de la 2ème chaîne, modulés directement sur les porteuses Son et Vision, ADRET ELECTRONIQUE a développé le modèle **503** qui délivre le douzième de la porteuse image affecté d'une fréquence de décalage de ± 50 kHz au pas de 25 Hz et le douzième de la porteuse son, affecté du même décalage.

6205

FRÉQUENCEMÈTRE
HÉTÉRODYNE



L'appareil comporte essentiellement un synthétiseur de fréquence, un générateur d'harmoniques et un mélangeur dont la sortie est connectée simultanément à un galvanomètre et à un amplificateur BF suivi d'un haut parleur.

Ainsi, le battement résultant du mélange entre la fréquence à mesurer et la fréquence de référence fournie par le synthétiseur est d'abord mis en évidence par le haut parleur, puis visualisé sur le galvanomètre.

Jusqu'à 32 MHz, la fréquence de référence est affichée en direct avec la résolution du Hertz. Au-delà, on utilise les harmoniques de 2 à 6 suivant la valeur de la fréquence à mesurer.

La métallisation des quartz constitue un exemple type de l'utilisation de cet appareil. La fréquence nominale du quartz à obtenir est affichée sur le synthétiseur et au fur et à mesure de la métallisation, la hauteur du son fourni par le haut par-

leur diminue et lorsqu'il descend à une vingtaine de Hertz, l'aiguille du galvanomètre prend le relais du haut parleur jusqu'à l'annulation du battement.

En outre, le 6205 peut être utilisé comme un synthétiseur de fréquence puisque seule la fonction fréquence-mètre hétérodyne le différencie du 6203 dont il possède par ailleurs toutes les caractéristiques et performances.

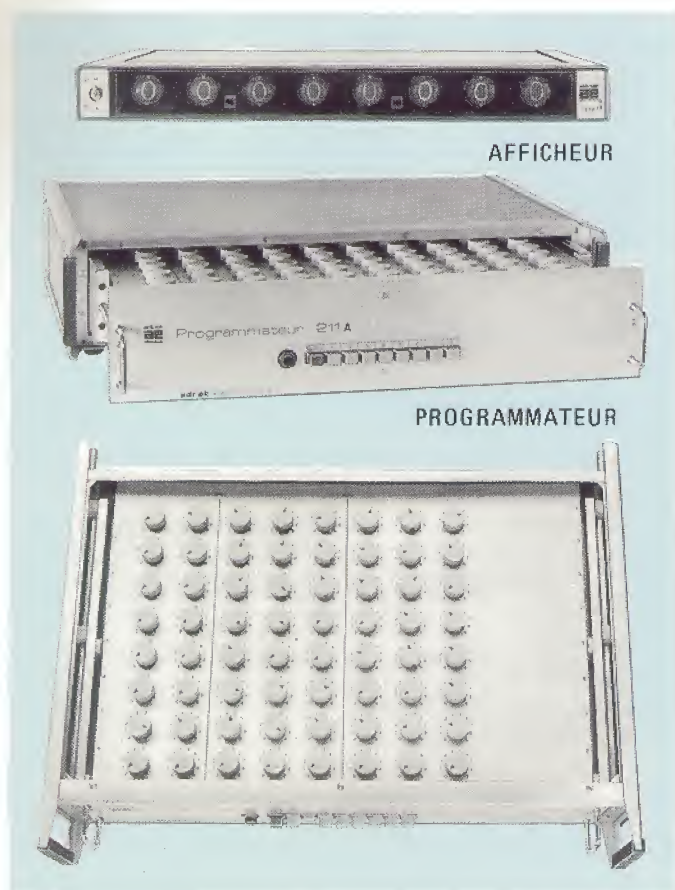


Les périphériques et accessoires apportent à l'utilisateur des solutions simples mais efficaces à bien des problèmes particuliers de mesures, de test, de contrôle et d'exploitation.

PERIPHERIQUES ACCESSOIRES

PROGRAMMATEURS & AFFICHEURS STANDARD

Une caractéristique commune à tous les instruments de cette gamme est leur possibilité de «PROGRAMMATION».



En vue d'offrir à tous les utilisateurs les possibilités d'exploiter cette vertu intrinsèque des générateurs-synthétiseurs ADRET, dans des conditions particulièrement économiques, des ensembles «programmeur + afficheur», adaptés à chaque instrument de base, ont été conçus.

Synthétiseurs	302 B	302	201	201 SB	6203	202	6204
Programmateurs	311	311	211 211A	211 211A	212	212 212A	214
Afficheurs	321	321	221	221	222	222	222

Ci-dessus, tableau de correspondance entre ces instruments et équipements périphériques.

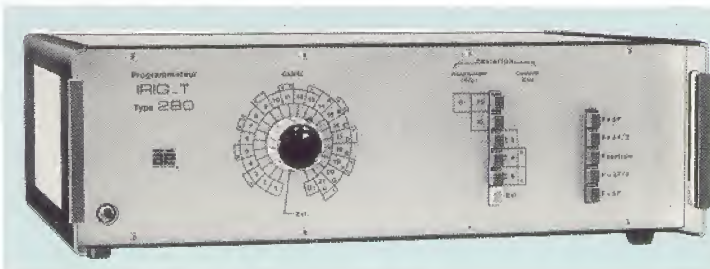
Les programmeurs type A (211 A, 212 A...) permettent la double programmation, pour chaque signal, de la fréquence et du niveau en association avec un atténuateur programmé tel que par exemple l'AP 401 (Voir page 34).

PROGRAMMATEURS SPÉCIFIQUES

Répondant aux besoins particuliers des constructeurs et exploitants d'équipements aux standards de télémesure IRIG, 2 programmeurs compatibles avec les générateurs-synthétiseurs 201 ou 201 SB ont été réalisés, ainsi qu'un programmeur compatible avec le pilote synthétisé modulable en mode F1, 6204.

Modèle 290 (T), pour télémesures F.M.

Délivre, par simple sélection par boutons poussoirs les codes de programmation de toutes les fréquences



Largement exploitée dans les ensembles de tests automatiques, dispositifs de télécommande, calcul, etc... cette vertu n'en demeure pas moins fort utile dans de nombreuses applications scientifiques et techniques (mesures de laboratoire) ou industrielles (contrôles de production) et, plus généralement, chaque fois que certaines valeurs de fréquence, de tension, de phase, ... sont utilisées de façon répétitive ou périodique.

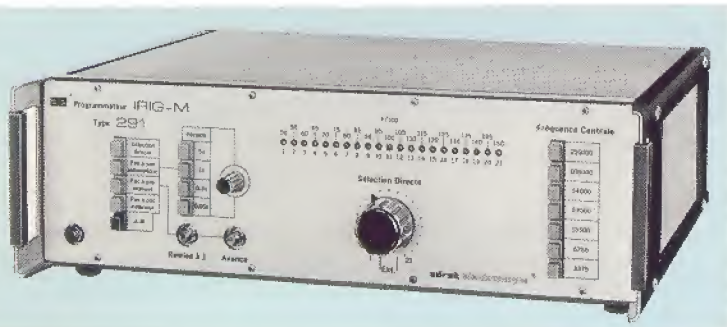
Il serait illusoire de ne voir qu'une simple manifestation de «goût du confort» là où le souci d'efficacité se traduit sous deux aspects essentiels :

Le gain de temps et l'élimination des risques d'erreurs.

nécessaires au contrôle et à l'étalonnage des canaux du standard «IRIG-Télémesure FM», soit, au total, 259 fréquences discrètes.

Modèle 291 (M), pour enregistrement magnétique

Délivre, par simple sélection manuelle ou automatiquement à l'aide d'un dispositif de cadencement interne, réglable, les codes de programmation de toutes



les fréquences nécessaires au contrôle et à l'étalonnage des instruments utilisant le standard IRIG concernant les enregistrements sur bandes magnétiques, soit au total 147 fréquences discrètes.

(Ces deux programmeurs peuvent, eux-mêmes, être télécommandés et être incorporés dans des ensembles de tests automatiques ou de télémesures).

Modèle 214, pour pilote synthétisé, modulable en mode F1 (type 6204)

Permet la sélection de 4 canaux de fréquence par simple manoeuvre de bouton poussoir, ou par contact extérieur. Ce programmeur est également prévu pour



programmer le taux de division de la fréquence de sortie du 6204, (lequel correspond au taux de multiplication de l'émetteur en service). (Voir page 29).

EN PREPARATION

Lecteur de cartes et de bandes perforées, compatible avec tous les instruments catalogue.

FORMEUR D'IMPULSIONS - 293

Compatible avec les instruments 301, 201, 201 SB et 202, il transforme ces appareils en générateurs de signaux carrés et d'impulsions. Délivrant deux signaux complémentaires, il trouve une de ses principales applications dans le test des circuits logiques (permet d'attaquer 4 charges standard DTL ou TTL).

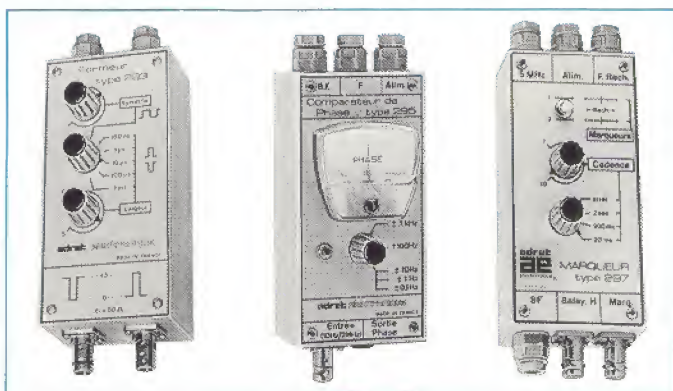
COMPAREUR DE PHASE - 295

Cet accessoire est compatible avec les instruments 201 et 303 (un modèle 296 est compatible avec le 202). Il délivre une tension directement proportionnelle au déphasage existant entre le Générateur-Synthétiseur et une source de fréquence extérieure. Cette tension, affichée sur un galvanomètre incorporé, peut alors être utilisée pour asservir les 2 sources de fréquence l'une par rapport à l'autre.

La fréquence du générateur comprenant un sous-multiple d'un signal nécessaire au procédé de synthèse, cet accessoire trouve de très intéressantes applications en tant que «fréquence-mètre actif» «multiplicateur de dérive»... (Voir applications page 41).

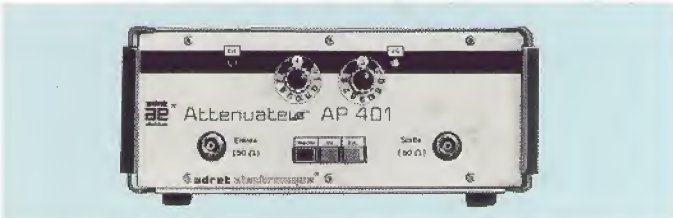
WOBLATEUR MARQUEUR 297

Permet, d'une part, de wobuler linéairement les 201 et 202 utilisés en fonction RECHERCHE, les transformant ainsi en wobulateurs et, d'autre part, de générer des signaux de marquage. L'emplacement des marqueurs correspond à 20 % ou 100 % de la demi-déviante de fréquence correspondant à la touche RECHERCHE enfoncée. (Voir applications page 40).



ATTÉNUATEUR PROGRAMMÉ - 401

Cet accessoire est compatible avec tous les Générateurs Synthétiseurs, à l'exception du modèle 303, Couvrant la gamme 0 à 60 MHz (utilisable jusqu'à 100 MHz), il permet d'atténuer l'amplitude du signal délivré de 0 à 99 dB, par pas de 1 dB.



Il peut être commandé en mode manuel à l'aide de deux commutateurs numériques ou programmé à distance par des signaux numériques en code DCB.

Il s'insère naturellement dans des ensembles automatiques où l'ensemble des paramètres électriques (tension, fréquence, phase, ...) doivent être programmés. (Voir applications page 39).

CADENCEUR AUTOMATIQUE 402

Accessoire des programmeurs standard 311, 211, 211 A, 212, 112, il permet la sélection manuelle (avance pas à pas) ou automatique (cycle à cadence réglable de 0,15 s à 5 s par pas) de 8 valeurs de fréquence et/ou de tension prédéterminées.





QU'EST-CE QU'UN GENERATEUR DE FREQUENCE

Un générateur de fréquence c'est, avant tout, un oscillateur aussi stable que possible pouvant délivrer un grand nombre de fréquences. Or, en matière d'oscillateur, celui qui offre le plus de garantie tant en précision qu'en stabilité, c'est l'oscillateur à quartz, mais, en contre partie de sa grande stabilité, ce type d'oscillateur ne peut résonner que sur une seule fréquence : d'où la nécessité, pour couvrir une certaine gamme, en conservant les qualités de cet oscillateur, de concevoir des instruments qui, à partir de cette fréquence de référence, seront capables de générer toute valeur désirée à l'intérieur de la dite gamme. Ces instruments, qui procèdent par simples fonctions arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division) de signaux issus de la référence unique, permettent de régler et d'afficher la valeur des fréquences ainsi synthétisées, en clair (numérique décimal) et avec autant de chiffres significatifs que l'on désire, compatibles avec la stabilité de l'oscillateur de référence.

et pourquoi
un
synthetiseur

De tels instruments sont dénommés «Générateurs-synthétiseurs» ou, plus communément, «synthétiseurs».

Conséquence directe des procédés numériques utilisés, les synthétiseurs sont programmables par signaux DCB 1 - 2 - 4 - 8.

De même, l'unité d'affichage (résolution) peut être aussi petite qu'on le désire (couramment de 0,001 Hz à 10 Hz) offrant ainsi une précision de mesure maximale de la T.B.F. aux U.H.F.

A tout moment, et pour toute valeur, la précision et la stabilité

sont celles de l'oscillateur de référence*.

De plus, pour certaines utilisations, il est nécessaire de disposer de signaux de forme complexe (carrés, impulsions etc...) qui sont parfaitement réalisables par un synthétiseur.

Enfin, les techniques de synthèse permettent de réaliser aisément toutes les fonctions nécessaires aux générateurs (modulations AM, FM; wobulation, atténuation,...) et les caractéristiques spectrales des synthétiseurs modernes sont celles des oscillateurs les plus performants.

Différents principes de synthèse de fréquence

Bien qu'il existe un grand nombre de procédés pour obtenir par synthèse une fréquence définie par un certain nombre de chiffres significatifs, la grande majorité, pour ne pas dire la totalité des synthétiseurs de fréquence, utilise, pour la génération de chacun des chiffres, une source de fréquence commutable comportant un certain nombre de valeurs discrètes, dix par exemple.

Ces dix valeurs en progression arithmétique, sont égales à une constante

(fréquence porteuse) majorée de 0, 1, 2...9 fois une autre valeur appelée «pas incrémental».

Deux grands procédés permettent de générer de telles valeurs discrètes de fréquence :

La synthèse directe

La synthèse indirecte

Synthèse directe

La fig. 1 représente à titre d'exemple un générateur à synthèse directe ►

*A noter qu'il est également toujours possible de substituer à l'oscillateur à quartz incorporé, et pour certaines applications, un standard de fréquence extérieur à très hautes performances (précision et stabilité de 10^{-10} à 10^{-12}).

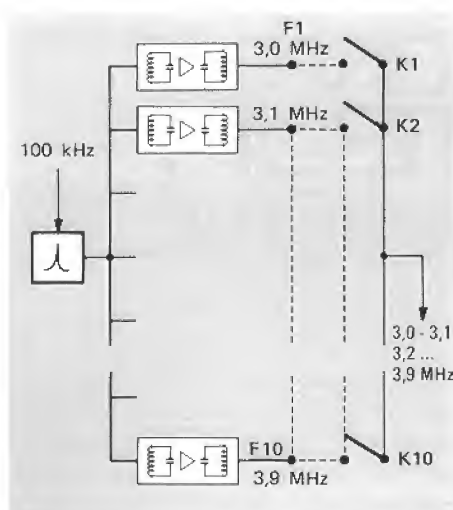


Fig. 1 Principe de la synthèse directe

fournissant dix valeurs discrètes égales à 3 - 3,1 - 3,2...3,9 MHz.

Il est composé essentiellement d'un générateur d'harmoniques fournissant un spectre aussi régulier que possible, comprenant les harmoniques 30 à 39 d'une fréquence de référence 100 kHz, suivi de 10 filtres/amplificateurs, chargés chacun de choisir dans ce spectre l'harmonique correspondant à la fréquence désirée.

Chaque unité d'insertion décimale ou «décade» va ensuite elle-même, par commutation, sélectionner celle des dix fréquences qui correspondra à l'incrément qu'elle doit produire.

Il est aisé de voir qu'une telle structure correspond à un nombre

important de composants, chaque filtre devant comporter au moins 5 à 7 circuits accordés et un ou plusieurs transistors ou circuits intégrés. En outre, les commutateurs statiques devant sélectionner pour chaque décade une des dix fréquences doivent présenter des impédances d'isolement considérables vis-à-vis des neuf autres, posant ainsi des problèmes de technologie et de topologie délicats.

Synthèse indirecte A boucle de phase numérique

La figure 2 représente le principe de la boucle de phase numérique qui constitue le circuit de base des unités d'insertion décimale, ou «décades», utilisées dans les synthétiseurs ADRET.

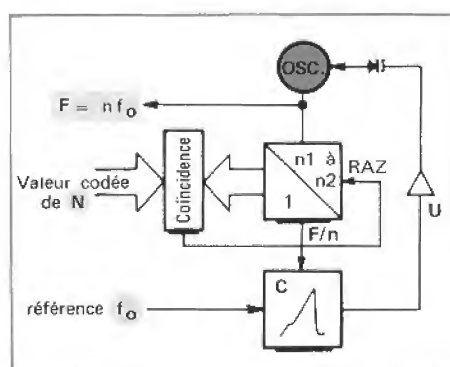
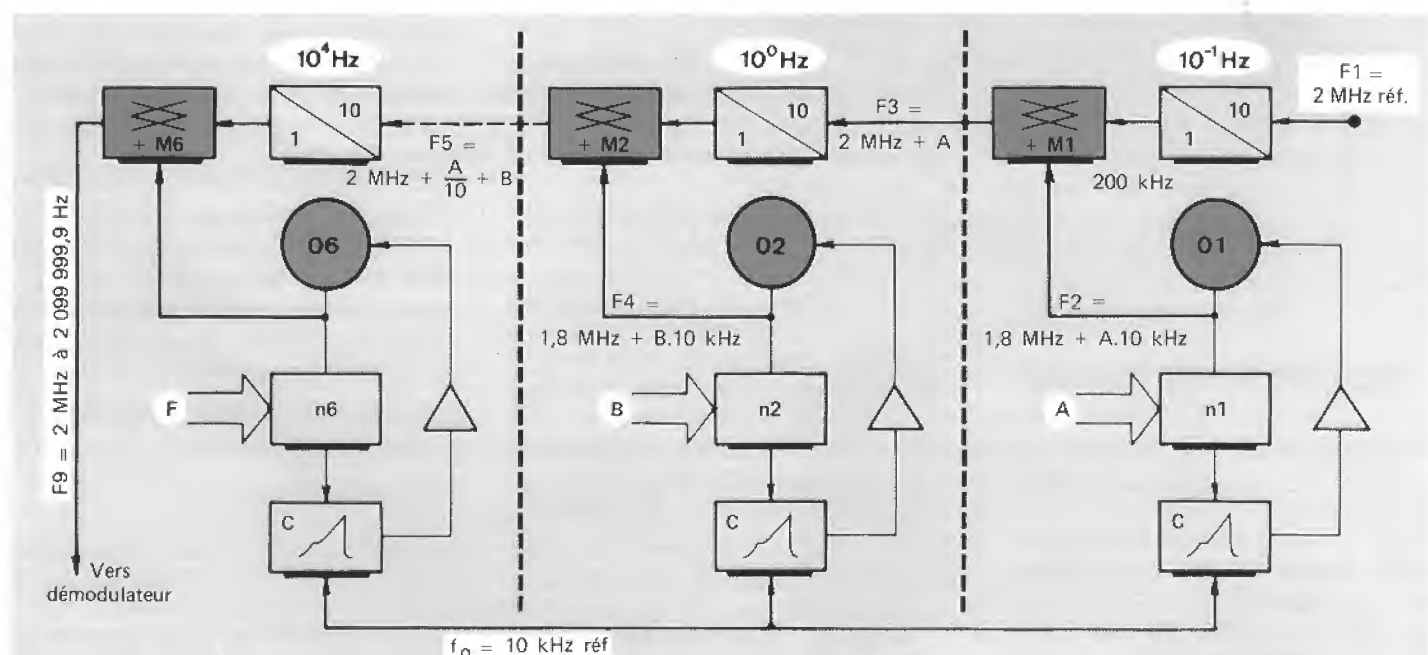


Fig. 2 Boucle de phase numérique

Fig. 3 Principe de la synthèse itérative (génération d'une fréquence entre 0,1 Hz et 99 999,9 Hz par pas de 0,1 Hz)



Un oscillateur OSC délivre une fréquence variable F , cette fréquence est divisée par un compteur dont le taux de division (programmable de n_1 à n_2) est rendu variable par l'introduction de la valeur codée N correspondant au chiffre à «synthétiser».

Les états de ce compteur sont comparés par un circuit de coïncidence à la valeur codée en DCB du chiffre N . Dès que le comptage atteint la valeur programmée N , le circuit de coïncidence effectue une remise à zéro du compteur et la fréquence de sortie est bien F/n .

La fréquence F/n ainsi obtenue est comparée à une fréquence de référence f_0 délivrée par la base de temps et la sortie du comparateur délivre alors une tension de commande U qui modifie la fréquence de l'oscillateur de façon à satisfaire l'égalité $F = n f_0$, dans laquelle F possède bien les qualités de précision et de stabilité de l'oscillateur à quartz.

Les avantages d'une telle structure sont évidents car il ne peut y avoir ni ambiguïté sur le rang d'harmonique choisi, ni dérèglement.

Par contre, les impératifs technologiques sont excessivement sévères en ce qui concerne le bruit de phase de la boucle et les résidus de fréquences porteuses présents à la sortie du comparateur de phase.

L'utilisation d'un comparateur de

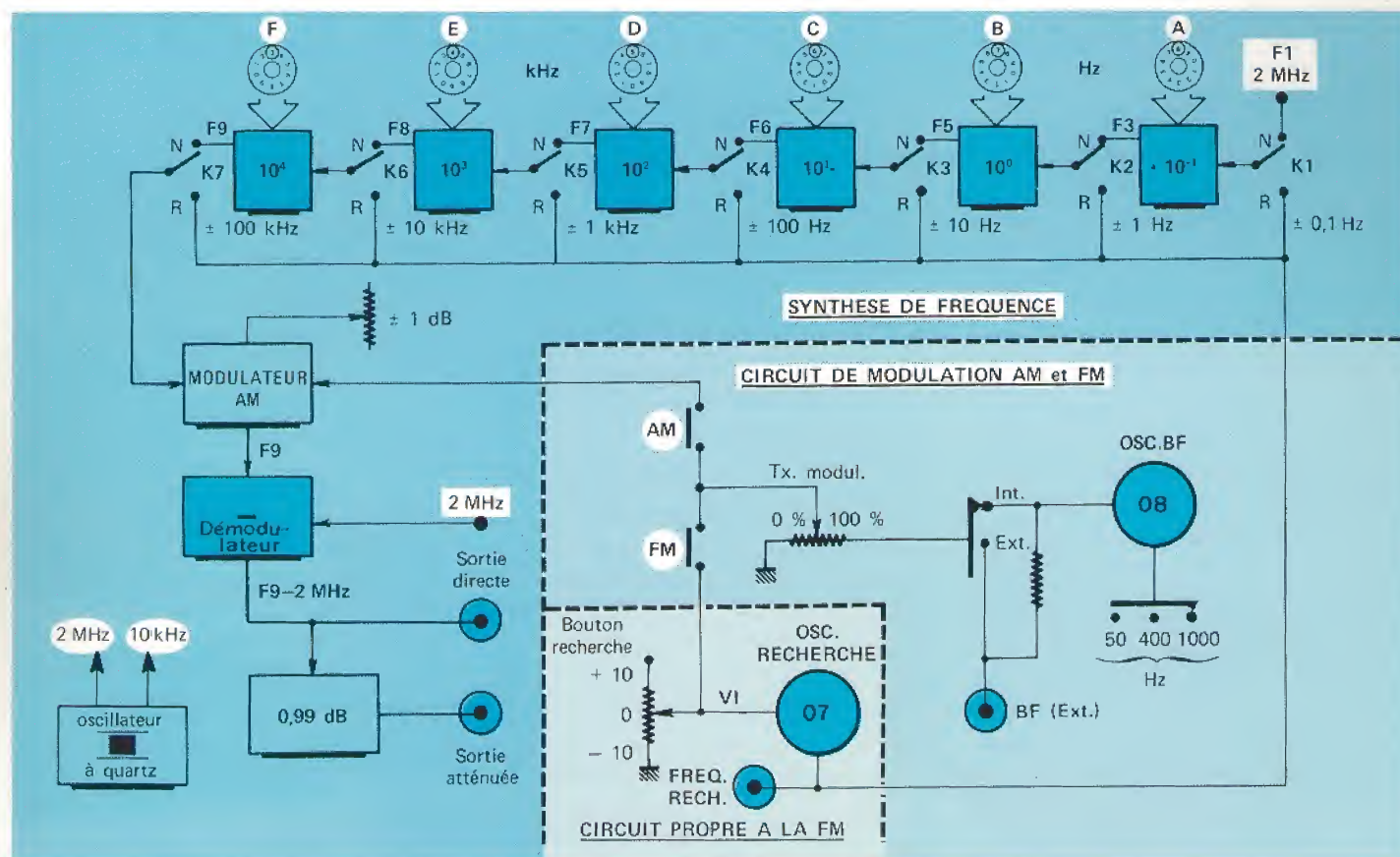


Fig. 4 Synoptique général du générateur synthétiseur

phase «à rampe interrompue» a permis de maîtriser la première difficulté, la seconde ayant trouvé sa solution dans un filtrage parfait de la tension d'alimentation des circuits intégrés et dans la structure des circuits de mise en forme des signaux. Le taux de division d'un tel diviseur peut être par exemple 30 à 39, 180 à 189, etc...

Synthèse itérative de fréquence

Un certain nombre d'unités d'insertion ou décades, sont montées les unes à la suite des autres selon un procédé itératif et chacune d'elles insère son propre incrément comme le montre la figure 3. Cette figure représente un tel assemblage où l'on reconnaît, dans chaque décade, l'oscillateur asservi de la figure 2, un diviseur d'entrée par 10 ainsi qu'un mélangeur.

La base de temps produit une sous-porteuse F_1 , de fréquence 2 MHz, et le diviseur par 10 ramène cette fréquence à 200 kHz. L'oscillateur délivre une fréquence F_2 de 1,8 MHz, majorée de N fois la fréquence de

référence ($f_0 = 10$ kHz), N étant fonction du code correspondant au chiffre à synthétiser A . (Notons, ici, que les chiffres à synthétiser ont été appelés A , puis $B...F$, leur désignation générale restant N pour le principe de l'opération ; ils sont introduits, par exemple manuellement, par l'opérateur qui les affiche sur la face avant du synthétiseur*.)

La fréquence de l'oscillateur varie donc de 1,8 MHz à 1,8 MHz + $A \cdot 10$ kHz, A étant un entier de 0 à 9, soit une fréquence de 1,8 MHz à 1,89 MHz par pas de 10 kHz. Le mélangeur M_1 , effectue la somme : 200 kHz + 1,8 MHz + $A \cdot 10$ kHz, ce qui donne F_3 , variable de 2 MHz à 2,09 MHz par pas de 10 kHz également.

La fréquence F_3 ainsi élaborée attaque la deuxième décade, constituée de la même façon. La division par 10 donne 200 kHz + ($A \cdot 10$ kHz / 10), et l'oscillateur O_2 fournit également une fréquence F_4 de 1,8 MHz majorée de N_2 fois la fréquence de référence de 10 kHz ; mais n_2 est, ici, fonction du chiffre à synthétiser

représenté par B ; donc O_2 délivre : $F_4 = 1,8$ MHz + $B \cdot 10$ kHz, avec B toujours compris entre 0 et 9. Le mélangeur M_2 effectue la somme $F_4 + 200$ kHz + ($A \cdot 10$ kHz) = F_5 , soit $F_5 = (200$ kHz + $A \cdot 10$ kHz) + (1,8 MHz + $B \cdot 10$ kHz). On trouve donc que $F_5 = (2$ MHz + ($A \cdot 10$ kHz) + $B \cdot 10$ kHz) est variable de 2 MHz à 2,099 MHz, en fonction des valeurs codées correspondant aux chiffres à synthétiser A et B .

On constate alors que chaque décade divise par 10 la somme des incréments incidents et insère son propre incrément de fréquence par l'intermédiaire du mélangeur.

Exemple :

Soit à synthétiser la fréquence 34 567,8 Hz. Le tableau suivant, donne l'expression de la fréquence de sortie au niveau de chaque circuit de synthèse. En éliminant de F_5 la sous-porteuse à 2 MHz, on retrouve bien la fréquence synthétisée 34,567,8 Hz, avec une résolution de 0,1 Hz, c'est-à-dire que ce synthé-

* Dans le cas cité, les taux de divisions n_1 , n_2 de chaque boucle sont donc compris entre 180 et 189.

tiseur possède une gamme de fréquence s'étendant de 0,1 Hz à 99 999,9 Hz, par pas de 0,1 Hz soit 1 000 000 de fréquences discrètes.

Synthèse de la fréquence 34 567,8 Hz			
Décade	Chiffre	Fréquence	
10^{-1}	8	$F_3 = 2,08$	MHz
10^0	7	$F_5 = 2,078$	MHz
10^1	6	$F_6 = 2,0678$	MHz
10^2	5	$F_7 = 2,05678$	MHz
10^3	4	$F_8 = 2,045678$	MHz
10^4	3	$F_9 = 2,0345678$	MHz

Modulation de fréquence wobulation

Les fréquences délivrées par un synthétiseur étant par définition très stables, la modulation de fréquence (ou la wobulation), du fait même de cette stabilité, ne paraît pas évidente à réaliser. En fait, la modulation de fréquence peut s'effectuer, par exemple, en faisant varier la fréquence d'entrée de l'une des décades, et l'on voit tout de suite que l'excursion maximale sera fonction du rang de la décade où aura lieu cette variation de fréquence, comme le montre la figure 4.

L'entrée de chacune des 6 unités d'insertion reçoit par commutation, soit la fréquence issue de la décade précédente (position N des 7 inverseurs dits de «recherche»), soit le signal délivré par un oscillateur d'interpolation 07 (position R de ces mêmes inverseurs), dont la fréquence peut varier de 1,9 MHz à 2,1 MHz en fonction d'une tension analogique de commande V_1 . De cette façon, la fréquence synthétisée varie en fonction de l'unité attaquée par l'oscillateur 07, comme le montre l'exemple ci-dessous.

Exemple

En positionnant l'inverseur K4 sur R, l'entrée de la décade 10^2 Hz ne reçoit plus la sortie de l'unité d'insertion précédente (10^1 Hz, c'est-à-dire F_6) mais elle reçoit la fréquence de l'oscillateur 07 ; ce qui signifie que la fréquence synthétisée dépend à la fois de l'affichage des commutateurs décimaux 10^4 , 10^3 et 10^2 Hz et de la fréquence délivrée par 07.

Oscillateur d'interpolation (de recherche)

La commande en fréquence de

s'effectuer par l'intermédiaire d'un potentiomètre dit de «recherche», gradué de - 10 à + 10, et la variation de cette fréquence, en fonction du potentiomètre, est celle indiquée par la figure 5.

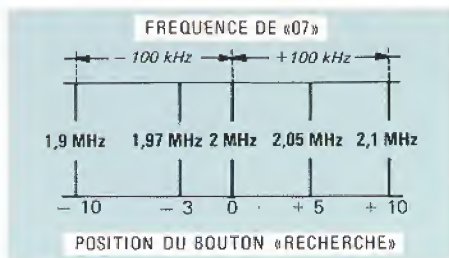


Fig. 5 Variation, en fonction du potentiomètre, de la fréquence qui commande l'oscillateur d'interpolation

Si le potentiomètre est sur une graduation négative, par exemple - 3, la fréquence de l'oscillateur d'interpolation devient 1,97 MHz et la différence $2 \text{ MHz} - 1,97 \text{ MHz} = 30 \text{ kHz}$ concourt à diminuer la fréquence en sortie de l'appareil après avoir été divisé par 1000 (diviseur d'entrée des décades 10^2 Hz, 10^3 Hz et 10^4 Hz). En conséquence, la fréquence synthétisée devient dans ce cas-là :

$$34,5 \text{ kHz} - 30 \text{ kHz}/10^3 = 34,47 \text{ kHz}$$

En conclusion, le rang de l'unité d'insertion attaquée par l'oscillateur d'interpolation détermine une certaine excursion de fréquence possible autour de la fréquence affichée. Cette excursion dépend ensuite de la fréquence de l'oscillateur d'interpolation qui, comme nous l'avons vu plus haut, est commandée par un potentiomètre gradué mais peut également être fonction d'une tension analogique interne (oscillateur BF) ou de tous signaux extérieurs, comme le montre la figure 4.

Cette illustration montre que la tension BF interne (oscillateur 08) ou externe est tout d'abord dosée par un potentiomètre gradué de 0 à 100 % (Tx modulation), qui définit ainsi la déviation maximum de fréquence, autorisée à l'intérieur de chacune des bandes de fréquence dépendant de chaque décade et sélectionnée par les inverseurs K1 à K7.

En reprenant l'exemple précédent :

- Fréquence affichée : 34,5678 kHz
- Inverseur K4 sur R
- Potentiomètre «recherche» sur + 5 (ce qui détermine une fréquence centrale de 34,55 kHz).

Si le bouton Tx modulation est sur 40 %, la variation de fréquence sera de $\pm 40 \text{ Hz}$, c'est-à-dire $\pm 40 \%$ de l'excursion affichée, qui est ici de 100 Hz ; cette variation s'effectuera, soit à la vitesse de l'une des fréquences de l'oscillateur BF interne, soit par l'intermédiaire d'un signal extérieur, délivré par exemple, par la rampe de l'accessoire type 297 qui permet également la superposition de marqueurs. (Voir applications page 40).

De plus, la fréquence recherche étant disponible à l'arrière du synthétiseur, sa mesure au fréquence-mètre permet de reconstituer exactement la fréquence centrale affichée, c'est-à-dire d'ajouter les incréments éliminés par la manœuvre de K4 sur R, ce qui s'obtient en positionnant le bouton RECHERCHE entre 6 et 7 jusqu'à lire une fréquence de 2,0678 MHz par exemple.

La connaissance de la fréquence de l'oscillateur d'interpolation conduit également à des applications très intéressantes dont certaines sont décrites au chapitre Applications page 41.

- Multiplicateur d'erreur
- Expanseur de dérive
- Résolution portée au millième de Hertz.

Modulation d'amplitude

Pour effectuer une modulation d'amplitude, il suffit de faire varier l'amplitude du signal HF au rythme d'un signal basse fréquence. Sur un générateur synthétiseur, cette modulation d'amplitude s'effectue très simplement en faisant passer la fréquence issue de la dernière décade à travers un modulateur qui reçoit, par ailleurs, la tension BF de modulation. Le principe de cette fonction est illustré par la figure 4 qui reproduit le synoptique général du générateur synthétiseur décrit dans ce chapitre.

Sur cette figure, on voit que les circuits de modulation d'amplitude sont les mêmes que dans le cas de la modulation de fréquence puisqu'il suffit d'enclencher la touche AM et que, de ce fait, la tension de modulation appliquée au modulateur AM est issue du potentiomètre «Tx modulation».



QUELQUES APPLICATIONS TYPIQUES DES GENERATEURS SYNTHETISEURS DE FREQUENCE

contrôle automatique de filtres

Une « position de contrôle »* de filtre, non synthétisée, comporte entre autre un générateur analogique (RC ou LC), associé à un fréquencemètre. Chaque changement de fréquence nécessite un ajustage plus ou moins délicat de cette dernière, ce qui conduit à des temps de contrôle longs et coûteux. Une position synthétisée permet de les réduire considérablement, tout en augmentant la qualité du travail effectué, du fait de la précision et de la fidélité des synthétiseurs programmables.

intervalles de temps indéterminés du fait de l'affichage sous forme numérique de chaque fréquence.

Avec les générateurs-synthétiseurs ADRET, il est possible de passer à un stade encore plus évolué d'automatisme où l'intervention humaine se limite à l'observation de l'aiguille d'un galvanomètre se déplaçant dans une zone déterminée, comme le montre la figure 1.

Dans ce cas, la programmation de chaque voie s'effectue non seulement en fréquence mais également en niveau grâce à l'atténuateur programmé AP. 401. Si la programmation, en niveau de chacune des voies correspond à la courbe de réponse *inverse* du filtre, la tension lue sur le voltmètre doit être constante à la tolérance près, qui peut être matérialisée par une zone hachurée. De cette façon, l'intervention de l'opérateur se résume à rejeter tout filtre faisant dévier l'aiguille du voltmètre en dehors de la zone d'acceptance (système GO / NO - GO).

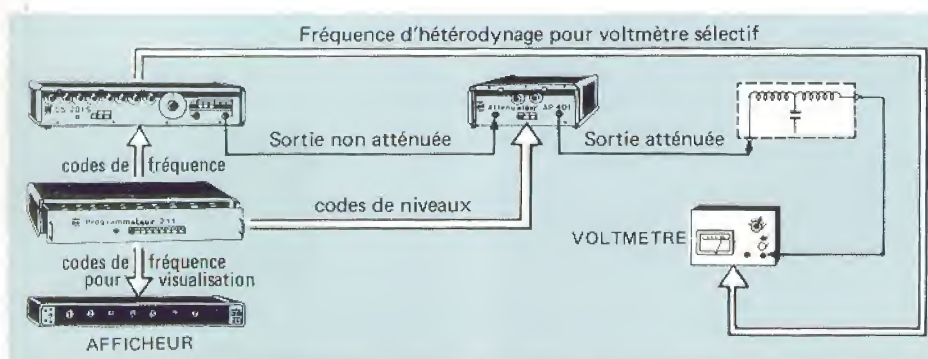
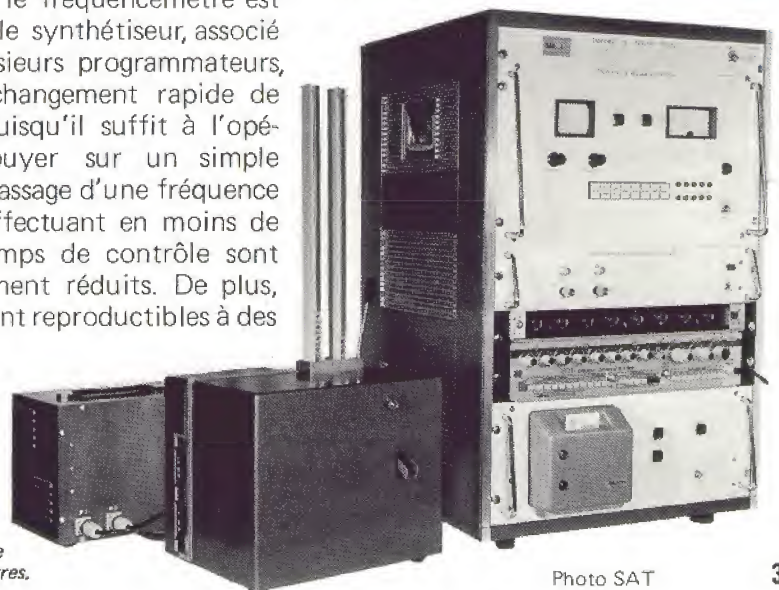


Fig. 1 - Double programmation niveau/fréquence et pilotage d'un voltmètre sélectif.

UTILISATION D'UN SYNTHETISEUR

Dans ce cas, le fréquencemètre est supprimé et le synthétiseur, associé à un ou plusieurs programmeurs, permet un changement rapide de fréquence, puisqu'il suffit à l'opérateur d'appuyer sur un simple bouton. Le passage d'une fréquence à l'autre s'effectuant en moins de 5 ms, les temps de contrôle sont considérablement réduits. De plus, les mesures sont reproductibles à des



Banc automatique de contrôle de filtres.

*Poste de contrôle

Le dispositif décrit ci-dessus permet donc le contrôle d'un filtre avec 8 points de mesure et jusqu'à une atténuation de 50 à 60 dB (voltmètre/décibelmètre à large bande), ou 120 dB (voltmètre/décibelmètre sélectif). Le voltmètre sélectif, di-

rectement piloté en fréquence par le générateur, réduit la bande de mesure à ± 50 Hz, ce qui permet de s'affranchir du bruit, des fréquences indésirables et des parasites éventuels. Dans ce dernier cas, le générateur-synthétiseur type 201 SB est parti-

culièrement bien adapté puisque, en plus de chacune des 8 fréquences programmées, il peut délivrer sur option une fréquence d'hétérodyne destinée au changement de la fréquence d'accord du voltmètre sélectif. (Voir page 17). ■

wobulateur avec marqueur

La wobulation permet d'obtenir directement sur oscilloscope le tracé de la bande passante de filtres ou d'amplificateurs. Un wobulateur est donc un générateur pouvant être balayé en fréquence par une rampe à récurrence variable ; de plus, la superposition de marqueurs facilite l'interprétation des courbes.

Les générateurs synthétiseurs ADRET type 201 et 202, utilisés conjointement avec l'accessoire type 297 (Voir page 34), constituent d'excellents wobulateurs, puisque la rampe symétrique les wobulant, possède une linéarité meilleure que 0,5 % et une récurrence variable de 20 ms à 20 s. Le procédé d'élaboration des marqueurs les rend utilisables pour les plus petites excursions de fréquence (touche $\pm 0,1$ Hz, marqueurs tous les 0,02 Hz), et la précision de leur emplacement est celle du maître oscillateur incorporé au synthétiseur utilisé.

L'interconnexion à réaliser est indiquée par la fig. 1.

L'oscillogramme de la figure 2 donne un exemple de wobulation d'un filtre large bande centré sur 1 MHz avec marqueurs à 1 MHz et à 1,1 MHz soit une bande passante de 100 kHz.

L'oscillogramme de la figure 3 représente la wobulation d'un filtre à quartz centré sur 250 kHz avec un marqueur central à 250 kHz et des marqueurs intermédiaires tous les 20 Hz.

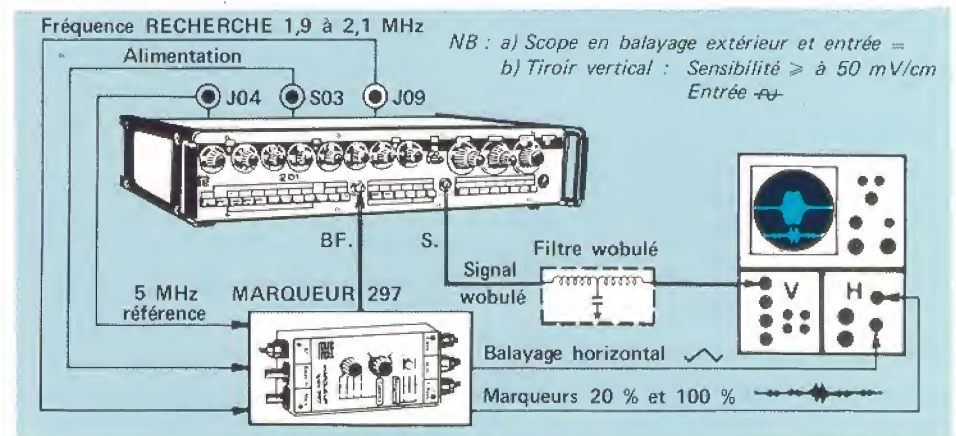


Fig. 1 - Inter connexion entre le 297 et synthétiseur wobulé.

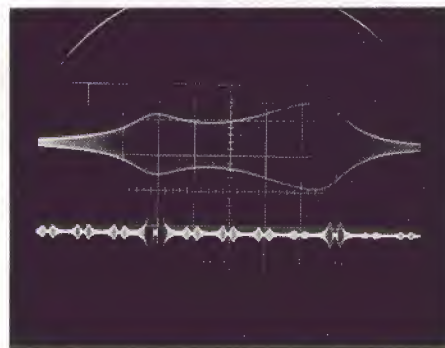


Fig. 2 - WOBULATION D'UN FILTRE PASSE BANDE 1 MHz à 1,1 MHz

Fréquence affichée	: 1 MHz
Touche RECHERCHE	: ± 100 kHz
Bouton RECHERCHE	: à +4
Bouton Tx MOD	: à 100 %
Balayage	: 20 ms
Grands marqueurs	: à 1 MHz et 1,1 MHz
Petits marqueurs	: tous les 20 kHz

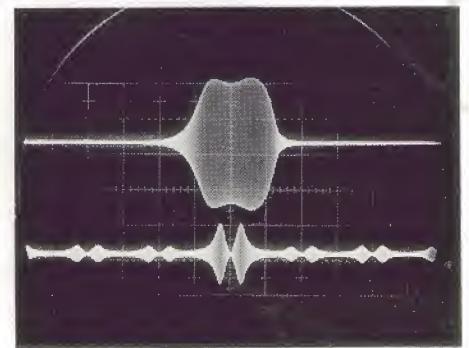


Fig. 3 - WOBULATION D'UN FILTRE A QUARTZ 250 kHz

Fréquence affichée	: 250 kHz
Touche RECHERCHE	: ± 100 Hz
Bouton RECHERCHE	: à 0
Bouton Tx MOD	: à 60 %
Balayage	: 20 s
Grands marqueurs	: à 250 kHz
Petits marqueurs	: tous les 20 Hz

Fig. 4 - Bouton Recherche décalé

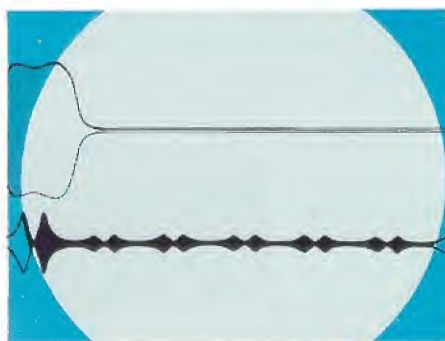
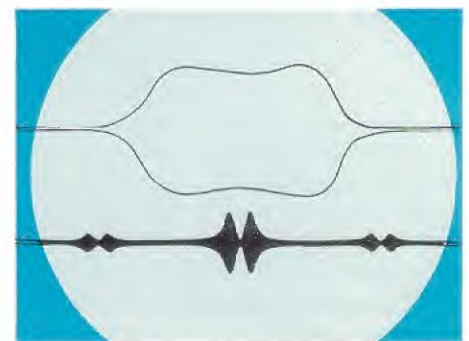
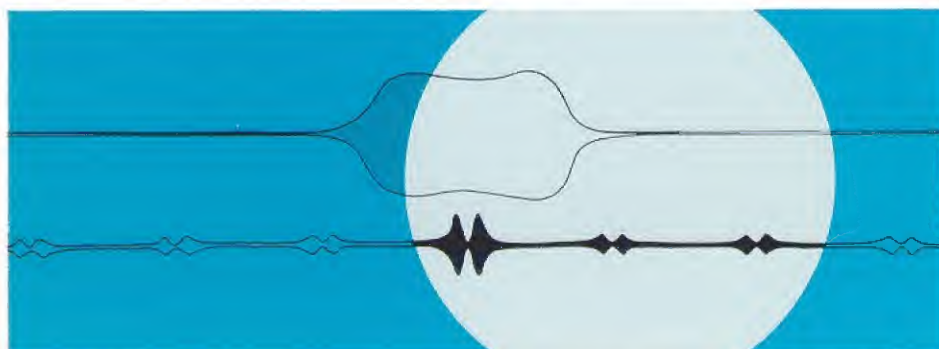


Fig. 5 - Taux de Modulation < 100 %



Fig. 6 - Bouton Recherche décalé et taux de modulation $< 100\%$

bouton RECHERCHE autorise le décalage de la courbe, ce qui permet d'observer d'éventuelles anomalies au delà ou en deçà, de la fréquence de coupure du dispositif soumis à la wobulation (voir fig. 4). Par ailleurs il est possible de dilater l'oscillogramme en affichant un taux de modulation inférieur à 100 % (voir fig. 5). Bien entendu, la manœuvre des boutons RECHERCHE et Tx MOD. peut être conjuguée comme l'indique la figure 6.

fréquence-mètre actif

MESURE RAPIDE
A HAUTE RESOLUTION

Considérons le montage illustré par la figure 1, sur lequel on voit qu'une fréquence extérieure $F_x \pm \epsilon$ est comparée à la fréquence F_x délivrée par le 201, utilisé en fonction « Recherche »*, dans le comparateur de phase 295**. La tension analogique issue du 295 commande l'oscillateur d'interpolation du 201 et le système se comporte comme une boucle d'asservissement en phase. La fréquence F_x est ainsi maintenue rigoureusement égale à celle du signal extérieur. Mais seuls les chiffres des décades 10^4 à 10^1 Hz sont connus et affichés. Aux chiffres supplémentaires de droite est maintenant substitué le signal de l'oscillateur « Recherche ».

Supposons que la valeur exacte soit de 34 567,891 Hz, ceci impose que la fréquence de l'oscillateur « Recherche » soit de 2 078 910 Hz.

En effet, si l'on se reporte au tableau de la page 38, on voit que le signal à appliquer à l'entrée de la decade 10^1 Hz doit se présenter sous cette forme.

Une mesure précise, à l'aide d'un fréquence-mètre numérique, de la fréquence de l'oscillateur « Recher-

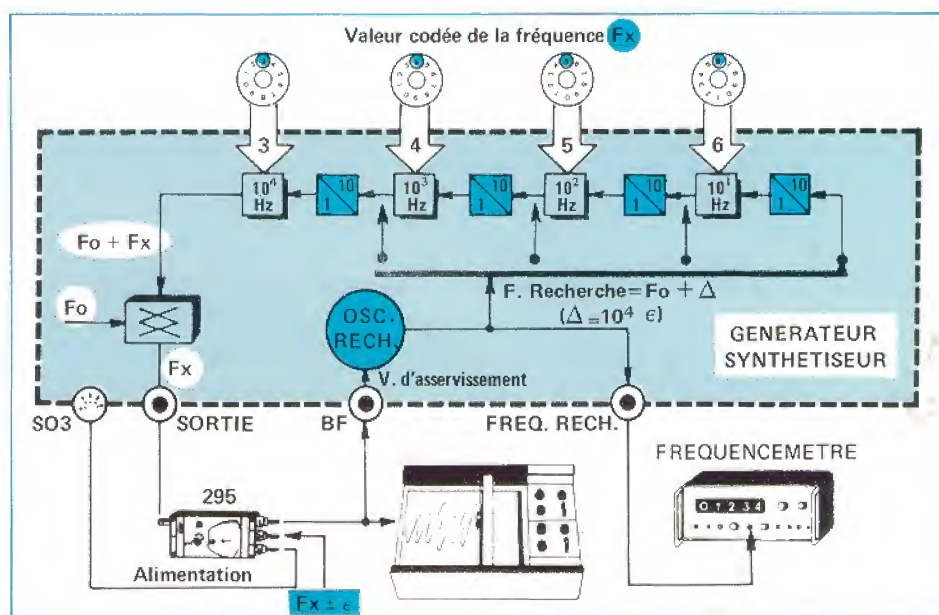


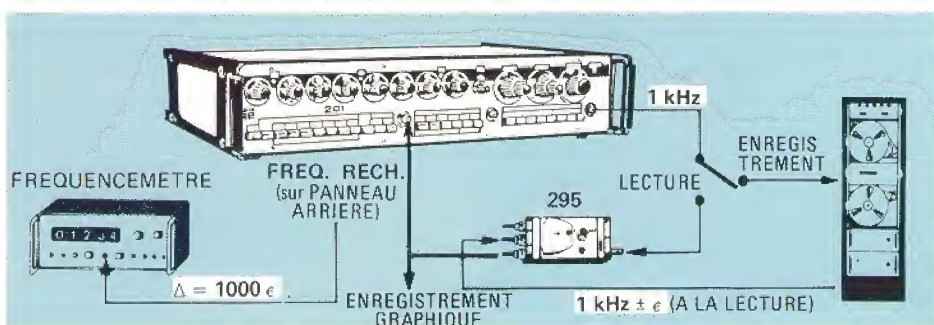
Fig. 1 - Réaction de l'oscillateur d'interpolation (RECHERCHE) sur la chaîne de synthèse itérative de fréquence

che» nous donne sur 1/100 s de temps de comptage, le nombre : 20 789 dont les trois derniers chiffres de droite expriment le complément de ceux affichés.

On a donc finalement mesuré en 1/100 s la fréquence extérieure, avec une résolution de 0,01 Hz.

Si les conditions de stabilité le permettent, une mesure effectuée dans les mêmes conditions, mais en ayant préalablement sélectionné la decade des 10^0 Hz et affiché un chiffre supplémentaire, soit 34 567, donnera au fréquence-mètre la valeur de 20 891 ; le dernier chiffre corres-

Fig. 2 - Principe de la mesure du pleurage avec un générateur synthétiseur



* Voir page 35 le principe de fonctionnement du "générateur synthétiseur"

** Voir page 34, la description du 295.

pendant alors à une résolution de 0,001Hz.

EXPANSEUR DE DERIVE

Soit la fréquence F_x affichée sur le 201 et la fréquence $F_x \pm \epsilon$ dont on désire mesurer l'évolution ϵ . D'après ce qui vient d'être exposé, la sortie du 295 agit sur l'oscillateur d'interpolation qui introduit au niveau de la décade 10^1 Hz un incrément Δ tel que la fréquence de sortie du 201 devienne elle aussi égale à $F_x \pm \epsilon$.

En se reportant à la figure 1, on voit que $\Delta = 10^4 \epsilon$, en raison des 4 divi-

sions par 10 contenues dans chaque décade (ici décades 10^1 , 10^2 , 10^3 et 10^4 Hz), ce qui conduit à une multiplication de l'erreur par 10 000.

L'expansion de dérive permet en particulier, la mesure et l'enregistrement des écarts de fréquence : par exemple le contrôle et le réglage de la fréquence d'un oscillateur à quartz, ainsi que l'enregistrement de la dérive et la mesure du pleurage lent des enregistreurs magnétiques.

Mesure du pleurage (Voir Fig. 2)

Il s'agit, par exemple, de la mesure

du pleurage (hum, flutter), des enregistreurs magnétiques FM ou dispositifs analogues. Une bande, pré-enregistrée par une fréquence de test F_t précise, est lue éventuellement à une vitesse différente. La fréquence de lecture, égale à K ($F_t + \Delta F_t$), sert à asservir un synthétiseur dont la gamme de dispersion est choisie pour réduire la constante de temps à une valeur suffisamment faible. La tension de sortie du comparateur de phase permet alors l'enregistrement de ΔF_t . ■

résonance magnétique nucléaire (rmn)

L'analyse spectroscopique par résonance magnétique nucléaire, est l'une des spectroscopies les plus exigeantes en **pouvoir de résolution** et en **stabilité**. Elle est très utilisée par les laboratoires de chimie, de biologie, et de pharmacie pour l'étude des composés chimiques.

Le principe, illustré par la fig. 1, consiste à observer l'absorption, par le corps à étudier, d'un signal élec-

trique sur une longueur d'onde déterminée, lorsque ce corps est soumis à un champ magnétique variable mais homogène. On met ainsi en évidence des raies d'absorption dont la position relative, la forme et l'intensité, permettent d'obtenir des renseignements sur la structure des molécules organiques, la symétrie des cristaux et les distances inter-atomes.

Quand la fréquence de l'onde électrique est égale à la fréquence de rotation des moments magnétiques (spin), il y a résonance et l'on obtient un signal d'absorption.

Traditionnellement, il est utilisé un oscillateur à quartz pour le champ électrique, le champ magnétique étant réglable par ailleurs mais, grâce au développement des synthétiseurs, il est possible de mettre en œuvre un champ magnétique fixe, stabilisé éventuellement sur une raie de résonance, le champ électrique étant alors variable et délivré par un synthétiseur.

On obtient donc un balayage quantifié, avec un réglage du pas suffisamment fin, de l'ordre de 0,1 Hz, chaque valeur de fréquence possédant la stabilité du maître oscillateur à quartz du synthétiseur, ($2 \cdot 10^{-9}$).

Le balayage du synthétiseur peut s'effectuer par une commande nu-

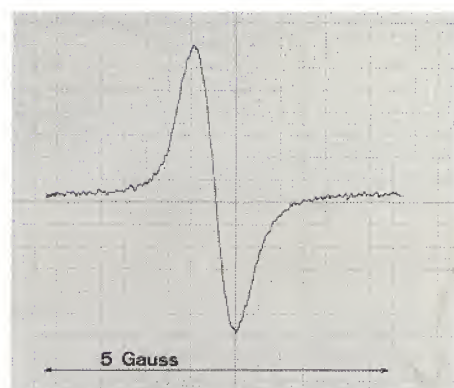


Fig.2 Raie d'absorption du noyau ^{11}B (spin 3/2) d'une solution d'acide borique. (Fréquence 14 997 MHz).

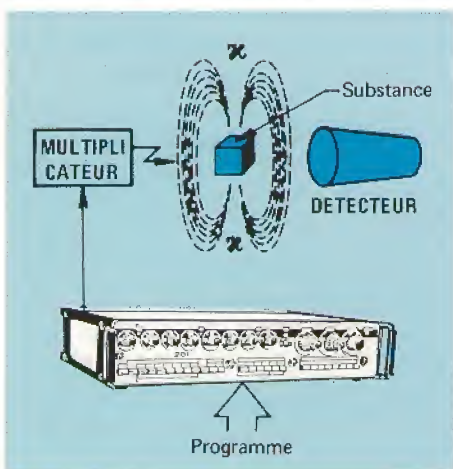
mérique, issue du système de balayage du spectromètre.

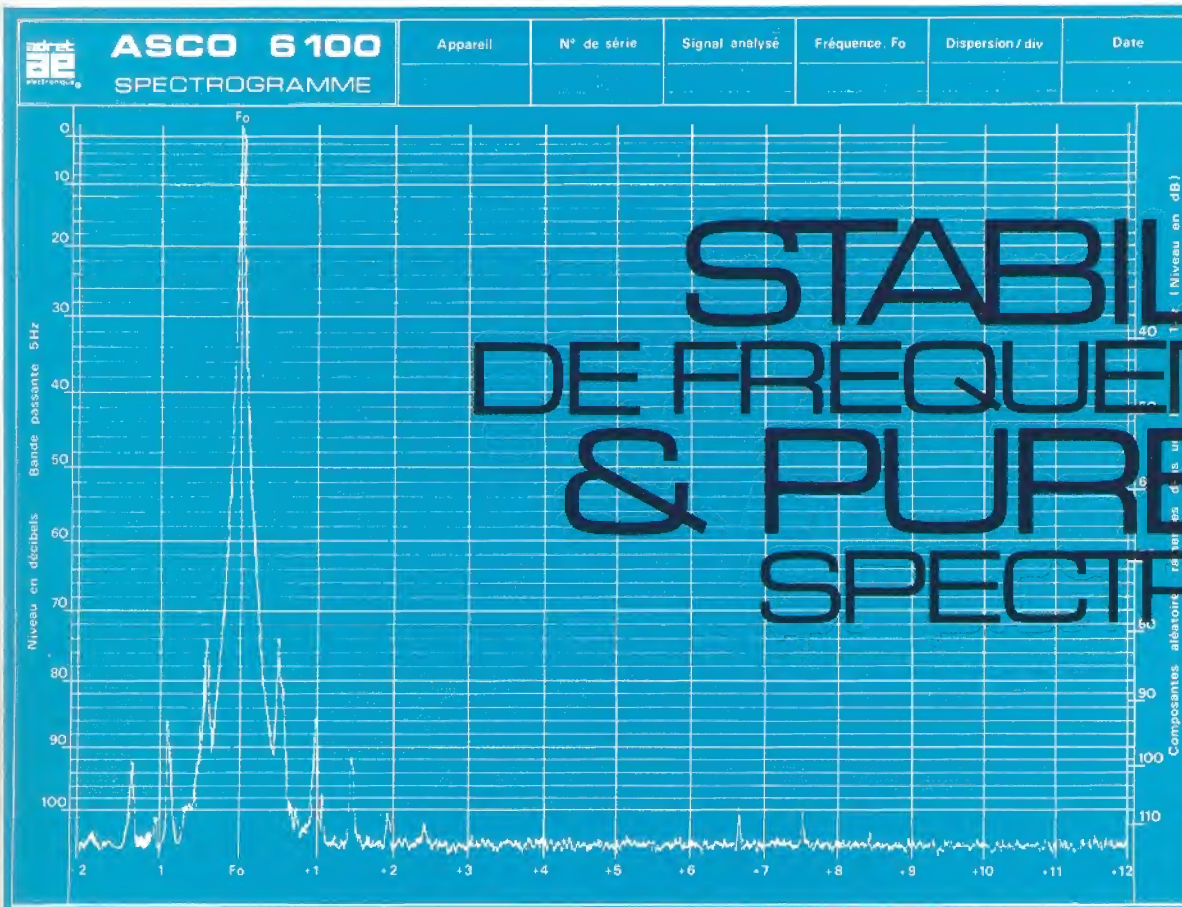
Découplage du spin

Par suite de couplage entre les différents noyaux constituant la molécule, le spectre RMN peut être d'interprétation difficile. Le découplage du spin peut donc s'effectuer par l'intermédiaire d'un synthétiseur basse fréquence, en irradiant avec suffisamment de puissance tel multiplet par la modulation du champ magnétique ou du champ électrique.

Par exemple, l'observation des méthyles du triméthylphosphate à 250 MHz, conduit à deux raies : l'irradiation de l'échantillon à la fréquence de 101, 216 425 MHz sature la résonance du phosphore et annule l'effet du couplage proton-phosphore, le spectre des protons devient alors un singulet. ■

Fig. 1
Principe d'une analyse spectroscopique.





Deux catégories de perturbation de nature différente dégradent la qualité d'un signal synthétisé :

- 1) Les modulations aléatoires d'amplitude et de phase, qui ont pour origine les sources de bruit électrique présentes dans l'appareil.
- 2) Les raies cohérentes parasites qui sont créées au cours du processus de synthèse et qui apparaissent à la sortie.

En ce qui concerne le bruit, il est indispensable d'avoir une description mathématique précise de ses paramètres caractéristiques et de savoir mesurer les plus importants d'entre eux.

En ce qui concerne les raies parasites, il est nécessaire de connaître leur origine physique et de savoir mesurer leur amplitude.

BRUIT ALEATOIRE DE PHASE

Les sources de bruit aléatoire présentes dans tout dispositif électronique créent, dans les générateurs-synthétiseurs, une modulation aléatoire de l'amplitude et une modulation aléatoire de la phase du signal synthétisé, appelées communément «bruit d'amplitude» et «bruit de phase». Généralement, seul ce dernier est à prendre en considération et le signal synthétisé de fréquence f_s , peut être représenté par l'expression [1] :

$$v(t) = A_0 \cos [2\pi f_s t + \phi_s(t)] \quad (1)$$

$\phi_s(t)$ est une fonction aléatoire de moyenne nulle, variant lentement par rapport à $\cos 2\pi f_s t$, représentant le bruit de phase.

Les paramètres susceptibles de caractériser la qualité d'un tel signal peuvent être regroupés en deux catégories relatives respectivement à :

- a) son instabilité de fréquence à court terme,
- b) sa pureté spectrale.

INSTABILITE DE FREQUENCE

Le signal $v(t)$ possède une fréquence instantanée définie par :

$$f_s(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} (2\pi f_s t + \phi_s(t)) = f_s + \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi_s(t)}{dt} \quad (2)$$

$$f_s(t) = f_s + \dot{\phi}_s(t)$$

La fonction aléatoire $\dot{\phi}_s(t)$ de moyenne nulle représente les fluctuations aléatoires de fréquence autour de la valeur f_s .

Domaine fréquence

L'instabilité de fréquence peut être caractérisée dans le «Domaine fréquence» par la densité spectrale de puissance* $S_{\dot{\phi}_s}(f)$ de la fonction aléatoire $\dot{\phi}_s(t)$.

On peut définir également la d.s.p. du bruit de phase (fig. 1) $S_{\phi_s}(f)$, reliée à $S_{\dot{\phi}_s}(f)$ par relation :

$$S_{\dot{\phi}_s}(f) = f^2 S_{\phi_s}(f) \quad (3)$$

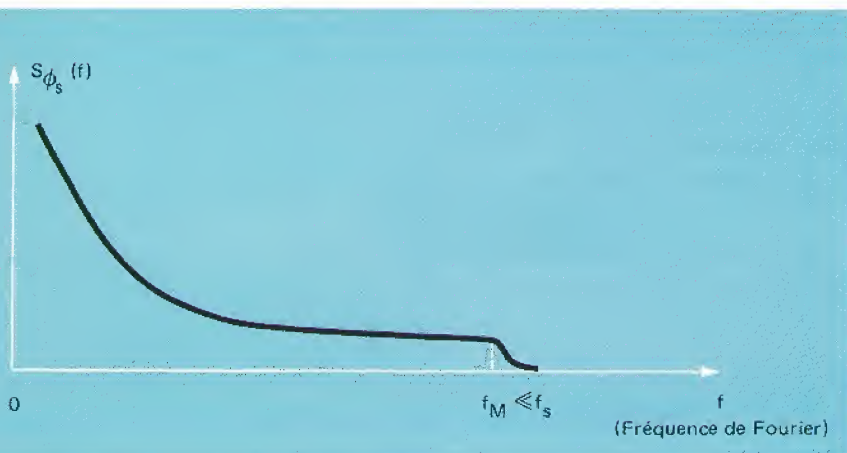


Fig. 1
allure de
 $S_{\phi_s}(f)$

En définissant la fluctuation de fréquence relative $y_s(t) = \frac{\dot{\phi}_s(t)}{f_s}$ on peut également définir $S_{y_s}(f)$:

$$S_{y_s}(f) = \frac{1}{f_s^2} S_{\dot{\phi}_s}(f) = \left(\frac{f}{f_s}\right)^2 S_{\phi_s}(f) \quad (4)$$

La d.s.p. $S_x(f)$ d'une grandeur $x(t)$ a pour dimension : [dimension de x]²/Hz, c'est-à-dire que :

$S_{\dot{\phi}_s}(f)$ s'exprime en Hz²/Hz, soit en Hz

$S_{\phi_s}(f)$ s'exprime en rd²/Hz

$S_{y_s}(f)$ s'exprime en 1/Hz (y_s est sans dimension)

Domaine temps

Les fréquencemètres numériques permettent de mesurer la fréquence d'un

* La densité spectrale de puissance d'une fonction aléatoire est la transformée de Fourier de sa fonction d'autocorrélation [2].

générateur pendant une durée réglable τ . Pour une valeur donnée de τ , le bruit de fréquence entraîne une dispersion autour de la moyenne f_s des résultats obtenus au cours d'un ensemble de mesures successives.

L'instabilité de fréquence relative à court terme est alors caractérisée dans le domaine temps par le rapport ci-dessous :

$$I(\tau) = \frac{\sigma[\langle f_s(t) \rangle_\tau]}{f_s} \quad (\text{Voir fig. 2})$$

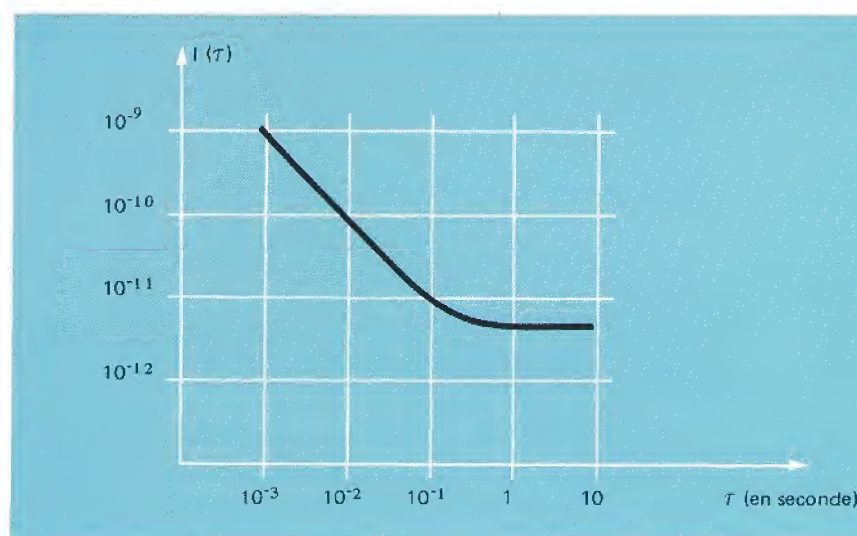


Fig. 2
allure de
 $I(\tau)$

où le numérateur représente l'écart type* des résultats de mesure. L'écart type est une mesure de la dispersion de ces résultats. Les diverses méthodes utilisables pour estimer expérimentalement $I(\tau)$ ont été étudiées en détail dans la référence [3].

PURETE SPECTRALE

Le signal synthétisé peut être caractérisé également dans le domaine fréquence par sa propre densité spectrale de puissance, $S_V(f)$. Généralement dénommé «spectre de radio-fréquence» (spectre R.F.), ce spectre est centré sur la fréquence f_s et possède des bandes latérales de bruit autour de la porteuse (fig. 3). Lorsque la seule perturbation est le bruit de

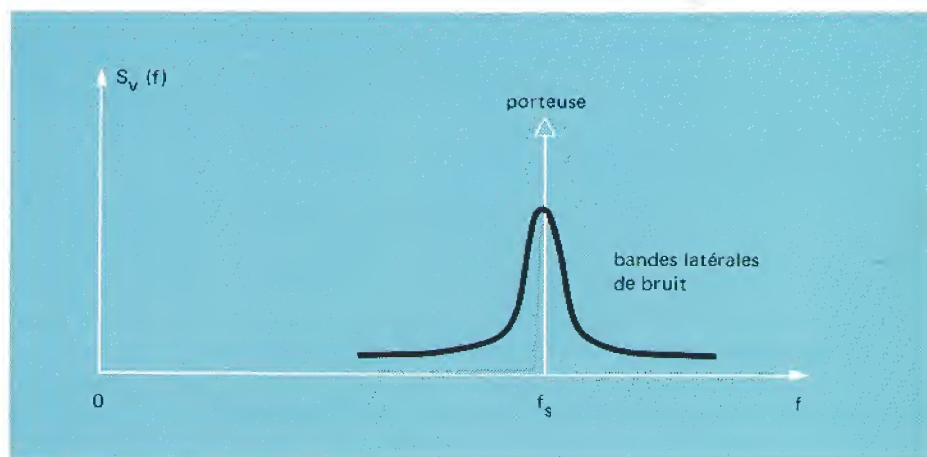


Fig. 3
allure du
spectre R.F.

phase, le spectre RF est lié à $S_{\phi_s}(f)$ par une relation simple. Par contre, pour la caractérisation d'un appareil réel, le spectre RF donne une

* L'écart type d'une variable aléatoire x est défini par $x = \sqrt{x^2 - (\bar{x})^2}$ ou la barre désigne une opération de moyenne [2].

information plus complète que $S_{\phi_s}(f)$ puisqu'il a également pour origine le bruit d'amplitude et qu'il comprend aussi les raies parasites dont nous parlerons plus loin.

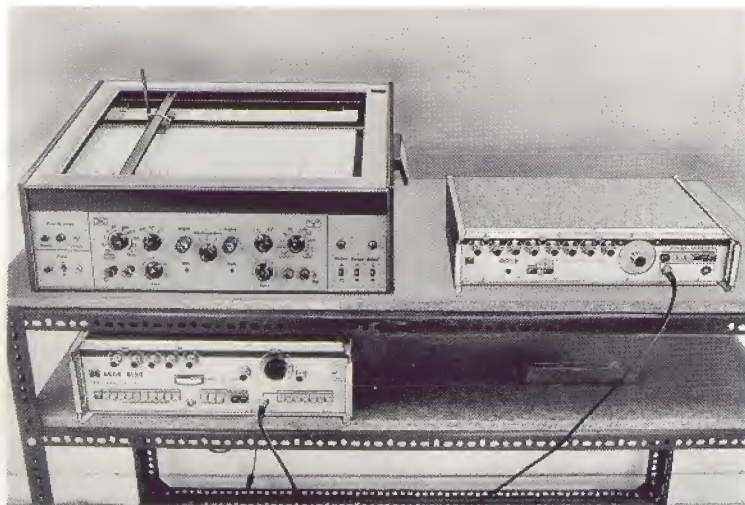


Fig. 4
analyseur
de spectre

ADRET ELECTRONIQUE a ainsi été amenée à développer pour son propre usage, un analyseur de spectre à grande dynamique (meilleure que 110 dB dans une bande de 1 Hz) qui permet le relevé du spectre R.F. (fig. 4).

RAIES PARASITES COHERENTES

Outre les problèmes de bruit, un autre problème délicat dans la conception d'un synthétiseur est la génération de raies parasites cohérentes qui sont de plusieurs types :

1) Des raies harmoniques de la fréquence synthétisée,

2) Des raies non harmoniques qui peuvent apparaître au-dessus ou en dessous de la fréquence synthétisée, par paires ou isolées, à fréquence fixe ou bien variable avec la fréquence synthétisée. Le comportement d'une raie parasite particulière dépend de son origine physique : une raie de fréquence fixe résulte généralement d'une fréquence fixe générée dans l'instrument pour les besoins de la synthèse ; les raies mobiles résultent, soit de produits d'ordre élevé dans les mélangeurs, soit d'une modulation d'amplitude ou de phase du signal synthétisé par une fréquence fixe de base de temps ou par la fréquence du secteur. Seule l'analyse spectrale du signal peut donner une information complète sur ces raies parasites. Par exemple, les spécifications relatives au synthétiseur à tiroir 6100 sont les suivantes :

raies harmoniques (à + 7 dBm de niveau de sortie)	- 40 dB
raies non harmoniques fixes	- 80 dB
raies non harmoniques mobiles (latérales)	- 80 dB

BIBLIOGRAPHIE

- [1] L.S. CUTLER C.L. SEARLE
«Some aspects of the theory and measurement of frequency fluctuations in frequency standards»
Proc. IEEE Vol. 54 n° 2, Février 1966
- [2] J. STERN J. de BARBEYRAC R. POGGI
«Méthodes pratiques d'étude des fonctions aléatoires»
Dunod
- [3] J. RUTMAN
«Instabilité de fréquence des oscillateurs»
L'onde Electrique, Décembre 1972, numéro spécial consacré aux oscillateurs ultra stables et à leurs applications.



DOCUMENTATION

adret
ee
electronique

Chaque produit élémentaire ou ensemble «instrument + périphérique + accessoires» est normalement livré avec deux manuels d'utilisation, donnant toutes informations et instructions utiles sur le fonctionnement, les conditions d'emploi, les schémas électriques, la composition et les conditions de maintenance et d'entretien courants.

Outre ce présent catalogue et les manuels d'instruction, ADRET ELECTRONIQUE dispose de diverses documentations techniques référencées ci-dessous de 1 à 13.

- 1 Fiche technique détaillée pour chacun des appareils décrits dans ce catalogue
- 2 Note d'application pour le 201
- 3 Note d'application pour le 303
- 4 Tirés à part d'articles parus dans la presse technique, ou textes de conférences :
Fonctionnement des synthétiseurs
J.C. REGHINOT (Electronique et micro électronique industrielles)
- 5 Applications des synthétiseurs dans les télécommunications - J. LEROY (Toute l'Electronique)
- 6 Propriétés et applications du synthétiseur itératif à oscillateur d'extrapolation
R. CHARBONNIER (L'onde électrique)

- 7 Instabilités de fréquence des oscillateurs
J. RUTMAN (L'onde électrique)
- 8 Les pilotes synthétisés des émetteurs 3ème chaîne T.V. - J.C. REGHINOT (Revue de l'O.R.T.F.)
- 9 Aperçu sur les techniques de synthèse et les solutions ADRET ELECTRONIQUE
R. CHARBONNIER (Conférence ADRET ELECTRONIQUE, Versailles)
- 10 Exposés théoriques sur le bruit de phase des générateurs - J. RUTMAN (Conférence ADRET ELECTRONIQUE, Versailles)
- 11 Méthodes et moyens de mesure du bruit des synthétiseurs - J. REMY (Conférence ADRET ELECTRONIQUE, Versailles)
- 12 Pourquoi le synthétiseur - J. LEROY (Conférence ADRET ELECTRONIQUE, Versailles)
- 13 Asservissement d'un pilote à quartz sur une référence perturbée - R. CHARBONNIER (Conférence SEE)



Si vous désirez recevoir une ou plusieurs de ces documentations, veuillez compléter et nous retourner la «correspondance réponse» ci-dessous :

Je désire la visite d'un ingénieur* : ☐ OUI ☐ NON

Je désire recevoir une documentation complémentaire
REFERENCES : _____

Indiquer le, ou les appareils, pour la référence ①

NOM : _____

ENTREPRISE : _____

SERVICE : _____

TELEPHONE : _____ Poste : _____

ADRESSE : _____

Mes besoins spécifiques correspondent aux définitions ci-dessous :

Application éventuelle : _____

Gamme de fréquence : _____

Autres spécifications : _____

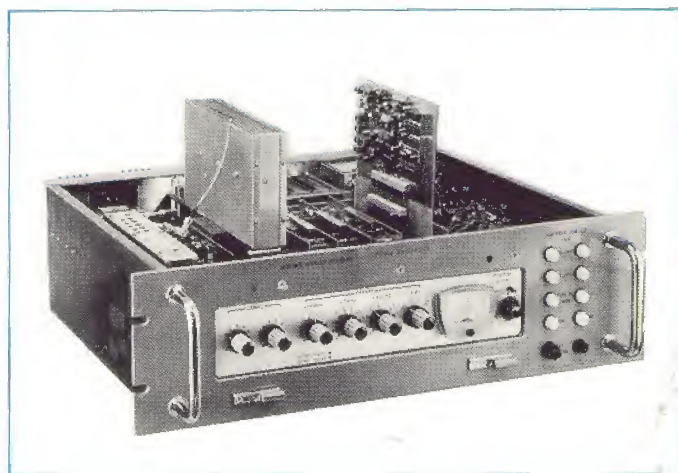


TECHNOLOGIE & MAINTENANCE

Technologiquement, les instruments ADRET sont constitués de sous-ensembles, (modules ou cartes enfichables), dont les connecteurs sont directement soudés sur un circuit imprimé qui assure l'interconnexion entre les différents sous-ensembles.

La maintenance peut donc s'effectuer aisément en deux étapes :

- 1) par substitution au sous-ensemble défectueux, du sous-ensemble identique prélevé dans le lot de rechange qui est fourni sur demande. La localisation du module ou de la carte en panne s'effectue facilement grâce aux différents synoptiques de dépannage contenus dans le manuel d'instruction.
- 2) par dépannage des sous-ensembles défectueux, effectué gratuitement par ADRET, pendant la période de garantie d'une année.



Pour les sociétés disposant d'un service de maintenance intégré, ADRET ELECTRONIQUE peut organiser sur demande, des stages de formation technique de 2 à 3 jours.



ADRET-ELECTRONIQUE

12,14, AVENUE VLADIMIR KOMAROV

78190 TRAPPES B.P. 33



adret électronique

12 et 14 Avenue Vladimir Komarov • 78190 TRAPPES, • BP 33
Téléphone : 462.83.50 • Télex : ADREL TRAPS, N° 60 821